

THESIS / THÈSE

MASTER EN SCIENCES INFORMATIQUES

La carte à microprocesseur

Réalisation d'un dossier portable étudiant

Vermeersch, Benoît

Award date:
1988

Awarding institution:
Université de Namur

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

**Facultés universitaires Notre-Dame de la Paix
Institut d'Informatique
Namur.**

Année académique 1987/1988.

La carte à microprocesseur :

**Conception et Réalisation
d' un dossier portable étudiant.**

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du
grade**

de Licencié et Maître en informatique.

A Carinne et David

Facultés universitaires Notre Dame de la Paix
Rue Grangagnage, 21 B
5 000 Namur (Belgique)

Titre du mémoire.:

**La carte à microprocesseur :
Réalisation d'un dossier portable étudiant.**

Résumé

La carte à microprocesseur nous a permis de développer le concept de "dossier portable étudiant". Une analyse du système de gestion des Facultés a révélé les multiples applications et les nouvelles perspectives qu'offre la carte.

L'impact de l'intégration de la carte a été défini tant au niveau financier qu'au niveau administratif et social. Finalement, nous présentons deux exemples de réalisations qui dépeignent une application similaire en vraie grandeur.

Abstract

The smart card take us the opportunity to expand the concept of "student portable back ". A management system's analyse reveals the multiple applications and the new perspectives the card offers. The cost, the management and the social impact has been defined. Finally, we explain two achievements in real world.

Ce mémoire a été réalisé pour l'obtention du grade
de Licencié et Maître en informatique.

Promoteur : J. Ramaekers.

Mémoire présenté par
VERMEERSCH Benoît.

Année académique : 1987/1988.

Je tiens tout d'abord à remercier Monsieur le Professeur Jean Ramaekers d'avoir accepté la direction de ce mémoire et pour la compréhension dont il a fait preuve.

Je remercie tout spécialement Monsieur O. Debondt et Monsieur D. Leemans de leur disponibilité, de leurs judicieux conseils et de leur aide efficace.

Je témoigne également ma gratitude à Madame C. Stas pour sa collaboration à la réalisation de ce travail, ainsi qu'à Monsieur J-R Honorez et à Madame A-M Bogaert.

D'autre part le soutien moral et les encouragements répétés de mon épouse Carinne et de ses parents ont été déterminants pour l'élaboration de ce mémoire. Enfin, j'exprime ma reconnaissance à mon Grand-père et à mes parents pour l'intérêt qu'ils m'ont porté tout au long de mes études.

TABLE DES MATIERES

Chapitre 1 : Introduction.....	1
Chapitre 2 : Etude d'opportunité.....	4
1. Identification du projet.....	4
1.1. Le concept de dossier étudiant portable.....	4
1.2. Les services concernés.....	5
1.3. Buts de l'analyse.....	6
2. Description des services.....	7
2.1. Le service des relations publiques (SRP).....	8
2.2. Le secrétariat central (SC).....	9
2.3. Le service social des étudiants (SSOC).....	10
2.4. Le service du rectorat (SR).....	11
2.5. Le secrétariat académique de faculté (SA).....	11
2.6. La bibliothèque.....	12
2.7. Les restaurants universitaires.....	12
2.8. Le centre sportif.....	13
3. Les hypothèses de travail.....	13
4. Les procédures d'applications.....	17
4.1. L'inscription aux facultés.....	17
4.1.1 La préinscription.....	17
4.1.2. L'inscription.....	19
4.1.3. La réinscription.....	20
4.2. L'inscription aux facultés avec la carte à micro-processeur.....	21
4.2.1. Le processus d'inscription.....	22

- Table des matières -

4.2.2. Le processus de réinscription	22
4.2.3 Conclusion	23
4.3. Les examens.....	24
4.3.1. Procédure actuelle d'inscription aux examens.....	25
4.3.2. Calendrier de passage aux examens	26
4.3.3. Présentation des examens.....	26
4.3.4. Délibération et communication des résultats	26
4.3.5. Examen de deuxième session	27
4.3.6. La carte étudiant.....	27
4.4. La carte à microprocesseur au sein de la procédure d'examens	27
4.4.1. L'inscription aux examens.....	28
4.4.2. Présentation aux examens.....	28
4.4.3. Délibération et communication des résultats.	29
4.4.4. Examens de deuxième session.....	29
4.4.5 Conclusion	30
4.5. Les modifications des informations administratives	30
4.5.1. La carte à microprocesseur au sein des modifications administratives	31
4.5.2. Conclusion.....	33
4.6. Les modifications des informations pédagogiques.....	33
4.6.1. Modifications effectuées sans la carte à microprocesseur	34
4.6.2. Modification effectuées avec la carte à microprocesseur	34
4.6.3. Conclusion.....	34
4.7. Perte de la carte étudiant.	35
4.8. La bibliothèque	35
4.9. Le service médical	36
4.10. Autres applications	37
4.10.1. Le paiement électronique	37
4.10.2. Le contrôle d'accès physique et logique.....	38
5. Conclusion.....	39

Chapitre 3 : La carte à microprocesseur	41
1. Présentation de la carte.....	41
2. La description des mémoires et du masque	43
2.1. Organisation simple de la mémoire de stockage	44
2.1.1. Description de la mémoire	44
2.1.2. Les règles d'accès aux différentes zones	48
2.1.3. Le jeu d'instruction du microprocesseur.....	49
2.2. Organisation hiérarchique de la mémoire.....	52
2.2.1. Description de la mémoire de stockage.....	52
2.2.2. La gestion des zones et des niveaux	56
2.2.3. Le jeu d'instructions du microprocesseur	57
2.3. Comparaison entre les masques.....	59
3. Le cycle de vie d'une carte.....	61
3.1. La phase de Fabrication.....	61
3.2. La phase de Personnalisation.....	62
3.3. La phase Active.....	63
3.4. La Terminaison	63
4. Le protocole de transmission des données	64
4.1. Le lecteur-encodeur.....	64
4.1.1. Les lecteurs de carte "esclaves "	64
4.1.2. Les lecteurs de cartes autonomes.....	66
4.2. Le programme d'application	67
4.3. Le protocole de transmission	68
4.3.1. Formatage des données avant émission.....	70
4.3.2. Déformatage des données.....	73
5. Conclusions.....	74

Chapitre 4 : Développement	76
1. Le fichier central des Facultés	76
1.1. Description.....	76
1.1.1. Fichiers de base.....	77
1.1.2. Fichiers externes	78
1.1.3. Fichiers académiques.....	78
1.2. Exploitation	79
2. Dossier portable étudiant	82
2.1. Fonctions à réaliser avec le système existant.....	82
2.2. Fonctionnalités du logiciel.....	84
2.2.1. La communication entre le programme	85
2.2.2. La gestion de l'information sur la carte.....	87
2.2.3. Les changements d'état de la carte.....	87
2.2.4. la sécurité de l'application	88
2.3. Conception d'une architecture logique.....	88
2.3.1. Choix de la hiérarchie	89
2.3.2. Graphe de l'architecture logique	89
2.4. Description des modules	91
2.4.1. Module Interface carte.....	91
2.4.2. Module Interface écran.....	91
2.4.3. Module Structure de données.....	91
2.4.4. Module Codage.....	92
2.4.5. Module Décodage	92
2.4.6. Module Lecture	92
2.4.7. Module Ecriture.....	92
2.4.8. Module Modification	93
2.4.9. Module Sécurité de l'application.....	93
2.5. Spécifications externes des modules.....	93
2.6. Description des sous-systèmes utiles.....	102
2.6.1. L'écriture.....	102
2.6.2. Lecture.....	105

- Table des matières -

2.6.3. Modification.....	107
2.6.4. Sécurité de l'application.....	107
2.7. Architecture physique.....	108
2.8. Le programme d'application.....	108
2.8.1. Description de la carte utilisée	110
2.8.2. Sélection d'informations.....	111
2.8.3. Stratégie.....	113
2.8.4. Simulation	118
3. Conclusion	120
 Chapitre 5 : Financement	 121
1. Niveau hardware	121
2. Niveau software.....	127
 Chapitre 6 : Réalisations	 129
1. Paris7.....	129
2.L'USTL.....	131
2.1. présentation	131
2.2. fonctionnement.....	131
2.3. le matériel.....	132
2.4. conclusion.....	133
 Conclusion	
 Bibliographie	
 Annexe	

Chapitre 1

INTRODUCTION

Avec l'évolution des sciences et par l'élaboration de nouvelles techniques, les supports d'information sont devenus de plus en plus sophistiqués et performants. Ces performances sont généralement établies sur des critères de sécurité, contrôle, résistance à la fraude, capacité de mémorisation ou encore de miniaturisation. Parmi la panoplie de supports aujourd'hui disponibles dans le monde, une carte plastique munie d'une puce constitue une bonne solution de rechange. Une telle carte est appelée "carte à microprocesseur".

Dans le cadre des services offerts par la carte à microprocesseur, quatre domaines importants ont été mis en évidence : la sécurité des systèmes d'informations, le dossier portable, l'accès contrôlé aux sites protégés et le paiement électronique. Ces quatre applications ne sont pas incompatibles. En pratique, un service fourni par la carte peut utiliser plusieurs de ces fonctionnalités. Ce mémoire traite essentiellement du concept de 'dossier portable' au sein des Facultés Notre-Dame de la Paix.

Dans ce contexte, deux optiques seront décrites. La première se rattachera à l'évolution et l'intégration du dossier de l'étudiant aux Facultés. La seconde, quant à

elle, étudiera le support de stockage ainsi que l'information pertinente relative à l'étudiant.

En 1985, les Facultés prenaient la décision d'informatiser l'ensemble des services administratifs et sociaux de l'université. En effet, l'augmentation constante du nombre d'étudiant provoquait une dégradation du rapport potentiel-charges de ces services. Pour répondre à cette situation, les Facultés lancèrent le projet "application étudiant". Ce projet est basé sur le concept de dossier. Chaque étudiant possède un dossier qui regroupe des informations de type signalétique, sociologique, académique... . Le dossier n'a pas de consistance physique au sens d'une farde unique, car les informations qui le composent sont disséminées dans les différents services qui interviennent dans sa gestion. Par exemple, le service social garde les données sociologiques des étudiants ayant sollicité une aide financière. Le secrétariat administratif de chaque Faculté conserve les notes d'examens de leurs étudiants pour toutes les années académiques.

Dans un premier temps, les services de l'université impliqués par l'application étaient répertoriés. Ensuite, les données et les traitements manipulés par chacun d'eux étaient décrits ainsi que les flux d'informations. L'étude du système a soulevé certaines redondances et incohérences. Ainsi, plusieurs formulaires différents contenaient la même information. Des documents remplis à des périodes relativement proches étaient contradictoires. Egarés ou détruits, ils ne permettaient plus la mise à jour du dossier de l'étudiant. Il y avait donc peu de chance que le dossier soit le reflet fidèle de la vie administrative, pédagogique, ou encore sociologique de l'étudiant au cours de sa vie universitaire.

A partir de cette étude, les informations de base du dossier ont été déterminées et sont à présent contenues dans une source de données unique. Ce qui a permis d'améliorer le fonctionnement du système de gestion. Les services intéressés peuvent puiser dans cette source de données, garder et gérer eux-mêmes leurs propres informations. Le projet n'a donc pas été dans le sens d'une centralisation totale.

Le but principal de ce mémoire est de réaliser la synthèse entre la carte à microprocesseur et "l'application étudiant" actuellement en cours aux Facultés. D'où l'idée d'un dossier étudiant portable. Ainsi, le chapitre 2 analysera et critiquera les possibilités d'intégration de la carte à microprocesseur au sein de l'université. Des hypothèses de travail seront élaborées afin de tenir compte des contraintes pratiques imposées par la gestion des différents services. Le chapitre 3 présentera les caractéristiques techniques de la carte à microprocesseur, utiles pour le stockage d'informations relatives au dossier de l'étudiant. Les données pertinentes pour le dossier étudiant portable seront ensuite déterminées dans le chapitre 4, ainsi que la façon de les répartir sur la carte à microprocesseur. A partir de ces considérations, nous développerons un interface qui réalise les échanges d'information entre la carte à microprocesseur et le programme administratif de gestion de l'université. Le chapitre 5 étudiera le coût d'intégration de ce nouveau support dans les Facultés. Nous terminerons par le chapitre 6, qui présentera deux exemples de réalisation d'un dossier étudiant portable, dans les universités françaises de Paris7 et de l'USTL à Lille. Finalement, nous achèverons par la conclusion. Le programme source de l'interface se trouve dans un document séparé ainsi que le fonctionnement du système administratif actuel des facultés.

ETUDE D'OPPORTUNITE

Dans le contexte de la carte à microprocesseur, nous étudions la possibilité d'intégrer un dossier portable d'étudiant aux Facultés Notre-Dame de la Paix à Namur. Pour ce faire, nous décrirons d'abord les différents services qui existent aux Facultés. Grâce à cette description, nous envisagerons les multiples applications possibles d'une telle carte au sein de l'université. C'est pourquoi, nous tiendrons compte dans notre analyse de deux intérêts contradictoires: d'une part, les besoins et désirs de l'étudiant, et d'autre part les nécessités et obligations des divers services en contact avec la carte à microprocesseur.

1. Identification du projet

1.1. Le concept de dossier étudiant portable

Le concept de dossier étudiant portable est le point de référence de cette analyse. Actuellement, l'informatisation du système administratif de l'université a permis de constituer une source de données unique et fiable. Cette source de données est appelée le "fichier central". Toutes les informations qui y sont détenues, ont été enregistrées sur base d'un document unique : le formulaire de demande d'inscription (FDI). Ce formulaire est une compilation de l'ensemble

des renseignements dont ont besoin les différents services de l'université durant l'année académique. Le flux total de documents fut ainsi réduit. Il s'en suit naturellement une diminution des redondances et des contradictions dans le dossier de l'étudiant. De plus, toutes les informations administratives pertinentes sont concentrées en un seul endroit.

La carte à microprocesseur servira de support pour le stockage du dossier étudiant. Chaque étudiant disposera ainsi de la plupart des données administratives le concernant. La lecture du contenu de la carte suffira à recueillir les informations nécessaires, par exemple, à l'établissement d'un nouveau dossier ou en réponse à certaines formalités.

1.2. Les services concernés

Presque tous les services de l'université sont susceptibles d'intervenir dans l'application du dossier étudiant portable. En voici la liste :

- Le secrétariat central
- Le service social
- Le service des relations publiques
- La bibliothèque
- Le centre sportif

- Le restaurant universitaire
- et
- Le secrétariat académique de la Faculté de Philo et Lettres
- Le secrétariat académique de la Faculté de Droit
- Le secrétariat académique de la Faculté des Sciences
- Le secrétariat académique de la Faculté de Médecine
- Le secrétariat académique de la Faculté des Sciences
Economiques et sociales
- Le secrétariat académique de l'Institut d'Informatique

Chacun de ces services sera décrit brièvement au point 2.

1.3. Buts de l'analyse

Etudier l'intégration de la carte à microprocesseur dans le système de gestion du dossier de l'étudiant constitue un des principaux objectifs de ce mémoire. Dans un premier temps, l'analyse définira le rôle des différents services. Les contraintes inhérentes à leur fonctionnement seront précisées par la suite.

La description des possibilités d'intégration de la carte au sein des Facultés qui s'en suivra, tiendra compte de ces contraintes et assurera un minimum de modifications du système existant. A cette occasion, les traitements et les informations manipulées par chaque service seront établis. Les documents échangés entre les services seront également précisés. Nous pourrons ainsi déterminer quelles seront les données susceptibles d'être mémorisées sur la carte. Cette analyse fournira aussi quelques caractéristiques sur le modèle de carte à microprocesseur le plus approprié à la situation.

Remarquons dès à présent, que toute la description est élaborée sous l'optique de la carte support de dossier étudiant. L'analyse n'est donc certainement pas complète dans le sens global du terme. Le système est déjà suffisamment complexe pour se charger encore de détails non significatifs dans le cadre de ce mémoire.

2. Description des services

Pour présenter les différents services sollicités par le dossier étudiant portable, nous les situerons par rapport au fichier central.

Le système existant peut se représenter de la façon suivante:

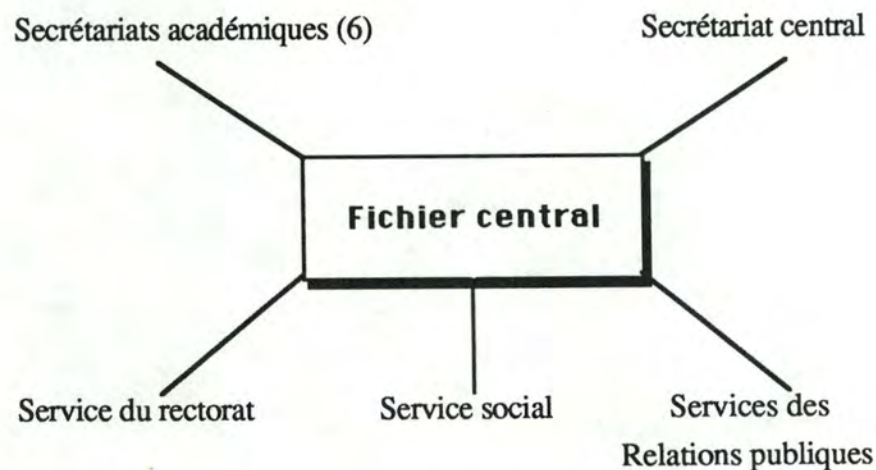


Fig 2.1. : Schéma des services

Trois services sont indépendants du fichier central : la bibliothèque, le restaurant universitaire et le centre sportif. Le fichier central quant à lui sera décrit dans le chapitre 4, lorsque nous définirons le contenu du dossier étudiant portable.

2.1. Le service des relations publiques (SRP)

Le service des relations publiques a comme principaux objectifs (en relation avec les étudiants) :

- d'informer les étudiants sur le choix des études que proposent les Facultés. Le Service d'Information et de Documentation sur les études (SIDE) a été créé à cet effet.
- d'inscrire les nouveaux étudiants à l'université. Avec la création du formulaire d'inscription unique, le système d'inscription a été centralisé. La procédure d'admission des nouveaux étudiants est réalisée par le Service des Inscriptions (SI).

Certaines exploitations statistiques du fichier central sont possibles par le service des relations publiques. Par exemple, la répartition des nouvelles inscriptions est récapitulée mensuellement sous forme de tableaux.

2.2. Le secrétariat central (SC)

Le secrétariat central gère la situation universitaire de l'ensemble des étudiants. Un dossier physique administratif est attribué à chaque étudiant. Son contenu est déterminé à la fois par l'université et par la Fondation Universitaire (FU). Les suivis académique et administratif de l'étudiant y sont enregistrés, ainsi que l'historique de ses études secondaires et supérieures. L'information recueillie est entérinée dans le fichier central. Le secrétariat central est aussi le centre nerveux pour le traitement des documents administratifs. Il délivre à chaque étudiant les attestations et certificats d'étude pour les allocations familiales, les mutualités, la SNCB, la milice,... . En outre, il réalise le traitement des bulletins d'inscription au cours (BIC) et aux examens (BIE). Finalement, toute la gestion des cartes étudiants est assurée par ce service.

Notons encore que l'informatisation a permis d'automatiser une série de tâches manuelles fastidieuses et répétitives. Ainsi, la réalisation de la plupart des documents administratifs est déclenchée systématiquement à certaines dates. Les mises à jour ou la vérification du bon ordre d'un dossier étudiant sont effectués très rapidement. Les flux d'informations entre le secrétariat central et les autres services ont donc été améliorés très sensiblement.

2.3. Le service social des étudiants (SSOC)

Le service social est composé d'un service d'aide social, d'un service des logements et d'un service médical. Le service d'aide social fournit une aide administrative aux étudiants belges et étrangers en ce qui concerne les bourses d'études, les mutuelles ou les allocations familiales. Il décide également l'octroi d'une aide financière aux étudiants. Le montant net de l'intervention est calculé sur base d'un document appelé formulaire de demande d'aide financière, qui est rempli par l'étudiant. Le plan de financement des études pour les étudiants étrangers est également analysé par ce service. L'évaluation du coût d'une année universitaire conditionne la décision d'admission de l'étudiant étranger aux Facultés.

Les étudiants qui cherchent un travail rémunéré pendant l'année ou les vacances peuvent s'adresser au service Job étudiant. Celui-ci regroupe les offres et demande d'emplois d'entreprises et autres. Le service Job étudiant regroupe les offres d'emplois d'entreprises ou autres. Le service des logements centralise l'ensemble des suggestions de locations par type (appartement, studio, chambre

individuelle) et par catégorie de prix. Finalement, le service médical gère la situation médicale de tous les étudiants.

Le travail de ces différents services est considérablement facilité depuis l'installation d'une source de données commune à tous les services de l'université.

2.4. Le service du rectorat (SR)

Attaché au cabinet du recteur, ce service effectue des études sociologiques sur l'ensemble des étudiants belges ou étrangers inscrits à l'université. Le nouveau formulaire de demande d'inscription recueille des informations de type sociologiques (études secondaires, situation géographique, profession des parents, ...). Ces informations ainsi que les résultats globaux de chaque session, sont enregistrées dans le fichier central par le secrétariat central. Les données codifiées sont traitées statistiquement par le logiciel SPSS et des tableaux de ventilation sont créés pour la population totale. Les taux de réussite en fonction de l'âge, du sexe, ou de l'habitation par exemple sont aisément disponibles.

2.5. Le secrétariat académique de faculté (SA)

Les secrétariats académiques sont au nombre de 6. Un secrétariat académique traite de manière autonome les fichiers pédagogiques de ses propres étudiants. Ces fichiers sont établis à partir du fichier central auquel le secrétariat a accès par simple consultation. Des informations plus spécifiques à la faculté y sont notées comme les cours suivis par l'étudiant, les résultats par cours pour chaque session ainsi que d'éventuelles remarques pédagogiques. Des écrans

statistiques par programme d'étude sont élaborés par le nouveau système de gestion pour chaque secrétariat.

Le secrétariat de Faculté collabore avec le secrétariat central à maintes occasions. Il se charge de faire remplir les bulletins d'inscription aux cours par les étudiants, de vérifier la liste des inscriptions remise par le secrétariat central et de remettre ces bulletins au secrétariat central. Après chaque délibération, les résultats globaux individuels sont transmis au secrétariat central ainsi que les diplômes des étudiants en fin de cycle.

2.6. La bibliothèque

L'ensemble des bibliothèques universitaires belges est relié à un même ordinateur situé à Leuven. La gestion informatique de la bibliothèque est donc particulière à celle-ci et indépendante des autres secrétariats et services de l'université. A chaque lecteur est remis une carte sur laquelle apparaît un numéro national d'inscription. La plupart des livres peuvent être empruntés pour une durée de deux semaines pour autant qu'une caution de 500 FB ait été versée. Des photocopieurs sont également à la disposition des lecteurs. Des statistiques sont établies selon du type de livres empruntés à une période donnée. Ce qui permet par exemple d'orienter le choix de nouvelles acquisitions.

2.7. Les restaurants universitaires

Les deux restaurants universitaires sont l'arsenal et le resto-home. Ils sont ouverts en pratique à toute personne étudiante ou non. Les repas sont payés cash.

2.8. Le centre sportif

Les Facultés Notre-Dame de la Paix possèdent un centre sportif où les étudiants viennent exercer leurs sports favoris. Actuellement, une carte sportive est mise à leur disposition au prix de 400 FB/an. Pour cette somme, ils peuvent pratiquer une dizaine d'activités sous le contrôle d'un moniteur. Dans le courant de la journée, certaines plages d'heures sont réservées aux cercles des différents instituts.

3. Les hypothèses de travail

Jusqu'à présent, nous avons décrit l'environnement de l'application avec les principaux services concernés. L'utilisation de la carte à microprocesseur dans un tel contexte implique le respect des contraintes formulées par ces services et le conseil d'administration des Facultés. Ces contraintes nous indiqueront quelques caractéristiques de la carte à microprocesseur la plus adéquate, pour réaliser cette intégration.

Dans le cadre de cette analyse, il nous a semblé opportun d'établir une distinction entre l'ensemble des services des Facultés. Nous appellerons entités premières, le secrétariat central, les secrétariats académiques, le service des relations publiques, le service social et le service du rectorat. La bibliothèque, le centre sportif et les restaurants universitaires seront nommés entités secondaires. Vu sa position privilégiée, le secrétariat central sera considéré différemment au sein des entités premières.

Cette distinction est utile pour deux raisons au moins. D'abord, les entités dites premières sont les seules entités qui peuvent accéder au fichier central. Ensuite, nous pouvons considérer que les entités secondaires proposent certains services aux étudiants.

Citons les principales conditions relevées par la précédente étude d'opportunité sur la gestion des dossiers étudiants.

1. Le secrétariat central et lui seul gère les différents versements du paiement du minerval, frais d'examens ou autres.
2. Pour l'instant, seul le secrétariat central modifie le fichier central et toutes les liaisons entre ce dernier et les autres services se limitent à de simples consultations.
3. Chaque secrétariat académique génère des fichiers pédagogiques en coordination avec le secrétariat central.

Avec l'apparition de la carte dans le système de gestion des Facultés, de nouvelles situations vont se présenter. Nous admettrons que :

1. L'intégration de la carte doit s'effectuer avec un minimum de transformations du cadre actuel.
2. Le secrétariat central pourra toujours modifier à la fois le fichier central et la carte à microprocesseur.

3. Dans de futurs projets, il n'est pas envisageable d'autoriser les entités premières à modifier le fichier central sans la carte à microprocesseur.

Le fait que la carte doive constituer une source fiable et actuelle d'informations sur son propriétaire définit le principe de base de cette étude.

Trois sources de données sont à envisager pour l'ensemble des entités : le fichier central, la carte à microprocesseur et les fichiers pédagogiques. L'hypothèse qui nous semble la plus appropriée est la suivante :

"toutes les entités peuvent insérer des informations sur la carte à microprocesseur. Les opérations sur le fichier central autre que la consultation sont réservées au secrétariat central. En outre, seules les entités premières peuvent consulter le fichier central."

Ces différentes actions sont schématisées sous la forme d'un tableau.

	Fichier central	Fichier pédagogique	Carte à puce
Secrétariat central	Modifier		Modifier
Entités premières	Consulter	Modifier	Modifier
Entités secondaires		Modifier	Modifier

Fig 2.2. : Résumé des actions

En effet, le secrétariat central gère directement le fichier central. Il centralise les mises à jour qui y sont effectuées. L'intégrité et la cohérence de cette source de données sont aisément préservées. De plus, ce système a l'avantage de garder la confidentialité actuelle des données. Le danger d'une sur-information ainsi que le risque d'opérations continuelles de sauvegarde et de mise à jour sont écartées. Il semble aussi raisonnable d'autoriser toutes les entités à travailler sur la carte bien que celle-ci soit limitée en taille mémoire. La carte constituerait un support parallèle de stockage d'information. Cette information, fiable par les propriétés de la carte, pourrait être reproduite à tout moment. Elle réplique le dossier étudiant au niveau administratif et pédagogique.

L'application étudiant ne se confinerait pas à ce contexte-là puisque les entités secondaires pourront y ajouter leurs propres données, sans toutefois compromettre le contenu global de la mémoire de la carte. Mais, cette gestion définit le problème organisationnel de la mise à jour de la carte. Nous nous efforcerons de la résoudre par une intégration précise au sein des applications existantes. La carte est polyvalente et peut intégrer simultanément diverses applications. Ceci a pour conséquence d'augmenter la probabilité de changer de carte durant ces études. L'université devrait être prête, dans ce cas, à supporter une charge plus élevée quant aux prix des cartes à microprocesseur.

A l'avenir, toutes les entités premières seraient autorisées à modifier le fichier central dans certaines conditions. Les modifications pourraient ainsi s'effectuer simultanément sur la carte, le fichier central et les fichiers pédagogiques éventuels. Avec l'inconvénient d'une gestion plus complexe et d'un contrôle plus strict sur les accès et changements du fichier central.

4. les procédures d'applications

Après l'étude des différents sites de l'université et du choix d'une hypothèse d'intégration de la carte au coeur des Facultés, nous allons décrire l'ensemble des applications susceptibles d'être générées par l'utilisation d'une carte étudiant à microprocesseur. D'abord, chaque application sera détaillée dans son contexte actuel, c'est à dire la façon dont elle met en jeu les divers secrétariats et services des Facultés. Ensuite, nous étudierons les changements éventuels provoqués par l'introduction de la carte ainsi que les avantages ou désavantages apportés par celle-ci. Par ce biais, nous définirons le rôle de chacune des entités impliquées dans une application déterminée. Une étude plus détaillée de ces rôles se trouvent dans un document interne. Nous n'envisagerons ici que les étapes fondamentales des différentes procédures.

4.1. L'inscription aux facultés

4.1.1 La préinscription

Cette préinscription concerne exclusivement les étudiants qui s'inscrivent pour la première fois aux Facultés, avant que leur année d'étude en cours ne soit achevée. Dans la plupart des cas, la demande d'inscription pour une première candidature est formulée auprès du service des relations publiques. Nous distinguerons le cas des étudiants belges ou assimilés comme tels, et le cas des étudiants étrangers.

a. Etudiant belge ou étranger

Notons qu'un étudiant assimilé à un étudiant belge est un étudiant qui a accompli sa dernière année d'étude secondaire en Belgique. En réponse à la demande d'inscription, le service des relations publiques envoie le Formulaire de Demande d'Inscription (FDI) avec en annexe un autre formulaire destiné aux étudiants ayant déjà entrepris des études supérieures en Belgique ou à l'étranger. Ces documents serviront à constituer un dossier de préinscription.

b. Les étudiants étrangers

A la demande d'inscription formulée par un étudiant étranger, le service des relations publiques envoie non seulement un Formulaire de Demande d'Inscription mais aussi une demande de Plan de Financement des Etudes (PFE). Le formulaire d'inscription et le plan de financement renvoyés sont examinés par le service des relations publiques.

Dans les deux situations, si la demande d'inscription est acceptée, le secrétariat central l'encode dans le fichier central.

Chaque étudiant reçoit à son inscription un numéro de la fondation universitaire (numéro national par lequel le ministère effectuera certaines enquêtes de vérification auprès de l'université). Un numéro interne à l'université est également attribué à l'étudiant et figurera sur sa carte d'étudiant.

Ce numéro constituera une clé d'accès pour la gestion de la base des données. Cette clé suivra l'étudiant durant toute sa scolarité dans l'établissement.

4.1.2. L'inscription

Au 15 août, le secrétariat central expédie une confirmation de l'inscription accompagnée d'une demande de paiement du minerval (à régler avant le 30 septembre) et d'un certificat d'étude destiné à l'abonnement scolaire. L'inscription ne sera considérée comme effective qu'après le paiement du minerval. A la réception du versement, le secrétariat central envoie un accusé de réception, un certificat pour les allocations familiales et un autre pour la mutuelle. Le paiement du minerval est donc une condition sine qua non pour obtenir les certificats désirés. Le dossier de préinscription devient le dossier d'inscription à partir de ce moment.

En début d'année académique le secrétariat central délivre des cartes étudiants plastifiées si l'étudiant a payé son minerval et que son dossier administratif est complet. Dans le cas contraire, l'étudiant est invité à fournir les documents qui font défaut. Cette carte est obligatoire sur le site universitaire. Néanmoins un bon nombre de cartes ne sont pas réclamées par les étudiants. Signalons que derrière la carte plastifiée, une vignette détermine la validité de la carte et est renouvelée chaque année académique.

Il se peut aussi qu'à partir du 15 Août et même dans le courant de la nouvelle année académique, des demandes d'inscriptions soient encore formulées. Dans ce cas, les étapes des procédures de préinscription et d'inscription sont appliquées successivement.

4.1.3. La réinscription

Chaque étudiant qui ne termine pas un cycle complet de candidature ou de licence proposé par les Facultés est réinscrit automatiquement au 15 Septembre de l'année académique courante. L'ancienne inscription est conservée dans le fichier central et après chaque délibération le secrétariat central y ajoute les résultats communiqués par les différents secrétariats académiques.

Auparavant, au 15 Août, une demande de confirmation de réinscription est envoyée au domicile de l'étudiant par le secrétariat central avec la demande de paiement de minerval. Un certificat d'étude destiné à l'abonnement scolaire est joint à l'envoi. La liste des noms et adresses des étudiants concernés est établie sur base du fichier central. Le déroulement des opérations est alors identique à celui de l'inscription. Au 15 Septembre, à la rentrée académique officielle, un Bulletin d'Inscription aux Cours (BIC), nominatif et déjà complété est distribué par les différents secrétariats académiques aux étudiants (BIC). Le bulletin signé par l'étudiant servira alors de preuve d'inscription pour l'accord des subsides attribuées par l'éducation nationale à l'université. Ensuite, l'étudiant se rend au secrétariat central avec sa carte étudiant plastifiée. S'il a payé son minerval, une nouvelle vignette est collée à l'arrière de la carte. Nous admettrons qu'un étudiant possédant déjà une carte est en ordre au niveau administratif.

Malheureusement, les procédures d'inscription et de préinscription ne se déroule jamais de manière idéale. Examinons un à un les différents problèmes qui se posent.

D'abord, le minerval n'est pas toujours payé dans les délais imposés (s'il est versé un jour!). D'autre part, des dossiers étudiants restent incomplets en dépit des rappels expédiés par le secrétariat central.

Ensuite un étudiant peut ne pas suivre la filière habituelle d'inscription. C'est ainsi que certains étudiants se présentent au cours sans en avoir averti le secrétariat central. Inconnus au fichier central, ils ne reçoivent pas de bulletin au cours.

Finalement, un dossier étudiant contient les documents suivants :

- les différentes attestations de nationalité et de scolarité
- Le BIC, le BIE
- le FDI
- cinq photos
- les formulaires internes aux facultés sur les revenus de la famille, les bourses d'études,

Nous traitons cette procédure beaucoup plus en détails dans un document séparé.

4.2. L'inscription aux facultés avec la carte à micro-processeur.

Voyons quel pourrait être le scénario permettant l'introduction de la carte à microprocesseur au sein des Facultés pour cette application. Il va de soi que le processus de réinscription reste identique.

4.2.1. Le processus d'inscription

Après la date limite de paiement du minerval, au début du mois d'Octobre, le secrétariat central passe commande auprès d'une société informatique du nombre de cartes correspondant au nombre de dossiers complets et aux minervaux payés. Les cartes fournies par cette société peuvent ou non être déjà organisées pour s'adapter au mieux à l'application. Dans ce cas, le secrétariat envoie ses desiderata sur l'infrastructure de la mémoire. Dès lors la confidentialité de l'information est limitée. D'autre part pour des raisons d'économie, seuls les dossiers complets seront concernés. En effet, ce sont les seules inscriptions considérées comme définitives du fichier central. Les autres inscriptions sont laissées en suspens. Au contraire, si le secrétariat central (et lui seul pour des raisons évidentes de sécurité) dispose de logiciels de personnalisation, une réserve de cartes pourrait être constituée et utilisée au fur et à mesure des besoins.

Lorsque les cartes sont disponibles, un avis est affiché aux valves de chaque Faculté et l'étudiant vient la retirer au secrétariat central.

4.2.2. Le processus de réinscription

Vers le début du mois d'Octobre, par exemple, les étudiants sont invités à se présenter au secrétariat central avec leur carte microprocesseur. Deux scénarios sont envisageables. Soit la carte est remise à jour immédiatement, si le minerval a été payé. Soit l'étudiant laisse sa carte et reçoit en échange une carte papier de remplacement (ou ne reçoit rien). Nous supposons que les mises à jour sont périodiques, hebdomadaires par exemple, afin de regrouper le travail. Chaque semaine une nouvelle liste de noms d'étudiants serait affichée aux valves afin de les prévenir que leur carte d'étudiant est disponible au secrétariat

central. Cette solution a le désavantage de priver l'étudiant de sa carte pendant un certain temps. La première solution n'est pas idéale non plus, mais n'a pas cet inconvénient-là. En effet, les étudiants risquent fort de perdre leur temps s'ils doivent se rendre régulièrement au secrétariat central pour valider sa carte. Cela risque fort de décourager l'étudiant et d'encombrer le secrétariat central.

Pour des raisons de sécurité et de centralisation des nouvelles inscriptions et des réinscriptions, seul le secrétariat central pourra valider l'inscription de l'étudiant sur la carte à microprocesseur, même si chaque secrétariat académique est habilité à modifier la carte et à consulter la base de données. D'autant plus, que sans cela ces secrétariats seraient chargés d'un nouveau travail administratif.

A nouveau, la description qui précède est celle d'une procédure qui s'effectuerait dans des circonstances idéales. Néanmoins, nous pensons que les retards de versements du minerval et les dossiers incomplets diminueront sensiblement si les applications proposées par la carte à microprocesseur ne restent pas confinées au seul niveau administratif. Elle pourrait jouer un plus grand rôle au sein de l'université, par exemple pour l'accès à certains locaux ou comme pièce d'identification lors d'un examen. Ainsi, plus les contextes d'utilisation se diversifieront, plus les étudiants seront intéressés à se la procurer et donc à se mettre en ordre avec le secrétariat des Facultés. Du moins nous l'espérons

4.2.3 Conclusion

En général, pour l'inscription ou la réinscription aux facultés, l'étudiant passe nécessairement par le secrétariat central. Celui-ci lui délivre une carte

étudiant papier ou à microprocesseur. Le service des inscriptions est devenu également un lien de passage obligé pour la centralisation de la procédure d'admission. Les secrétariats académiques ont essentiellement un rôle d'intermédiaire entre l'étudiant et le secrétariat central ou le service des relations publiques.

L'introduction de la carte à microprocesseur au sein des facultés risque de poser quelques petits problèmes de réorganisation du travail pour certains services. comme le S.C ou les S.A. Mais, elle permettra un contrôle plus strict sur la complétude des dossiers étudiants. En outre, dans un avenir relativement proche, elle suffira probablement à l'inscription de l'étudiant dans d'autres universités de son choix.

4.3 Les examens

Avant de commencer la description de la procédure d'examens, nous formulerons l'hypothèse suivante :

"Chaque étudiant est en ordre au niveau administratif avec la Faculté et possède une carte étudiant papier ou munie d'un microprocesseur."

Nous savons que cette hypothèse est vérifiée pour un grand nombre d'étudiant.

Un semestre académique ne se clôture généralement pas sans examens. Pour l'analyse de la chaîne d'examens, nous nous placerons dans le cadre de la session de Juin. La session de Janvier est identique à cette première aux seules différences près qu'il n'y a pas de frais d'inscription et que les étudiants sélectionnent la plupart de leurs examens.

4.3.1 Procédure actuelle d'inscription aux examens

Vers la fin du mois d'Avril, de l'année académique courante, le secrétariat central distribue les bulletins d'inscriptions aux examens dans les différents secrétariats de Facultés. Ces bulletins, semblables aux Bulletins d'Inscription aux Cours, sont nominatifs et complétés. L'étudiant corrige éventuellement la partie signalétique du formulaire et y indique les examens qu'il désire passer. Après l'avoir signé et daté, il le donne à son secrétariat académique. Ce dernier enregistre les données dans des fichiers pédagogiques. Dans le même temps, une demande de paiement de frais d'inscription aux examens est expédiée chez chaque étudiant.

Ces fichiers sont évidemment plus complets que le fichier central car ils sont établis à partir de ceux-ci et ils contiennent en outre un suivi du cursus de l'étudiant. L'inscription aux examens de Juin est définitive contrairement à la session de Janvier.

Si pour une quelconque raison le bulletin d'inscription aux examens n'était pas remis; un avis serait indiqué aux valves. Dans le cas extrême, où l'avertissement resterait sans réponse, l'étudiant ne serait pas repris sur les listes d'horaires de passage d'examens et ne saurait donc se présenter aux épreuves.

4.3.2. Calendrier de passage aux examens

A présent, il s'agit d'établir un horaire d'examens pour l'ensemble des étudiants de chaque institut. Le lecteur intéressé trouvera une analyse approfondie sur le sujet dans un document séparé. Nous dirons simplement ici que la planification des examens doit tenir compte des disponibilités des étudiants, mais aussi des professeurs et naturellement des locaux.

4.3.3. Présentation des examens

L'étudiant se présente à l'examen et le professeur responsable lui attribue une côte provisoire. Si l'étudiant est excusé, il pourra éventuellement être interrogé à une date ultérieure.

4.3.4 Délibération et communication des résultats

À la fin de chaque session, les professeurs se réunissent pour délibérer. Si un professeur ne sait pas être présent ce jour-là, ses côtes sont transmises au secrétaire académique. Après discussion, le résultat global est fixé puis, est communiqué aux étudiants lors de la traditionnelle proclamation. Chaque étudiant reçoit un petit listing nominatif où figurent les intitulés de cours et les différentes côtes qu'il a obtenues. Ces listings sont tirés à partir des fichiers pédagogiques de la Faculté.

Les résultats globaux sont communiqués au secrétariat central afin d'être encodés dans le fichier inscription. Ces informations peuvent être communiquées soit par fichier soit simplement sur papier.

Après la clôture de la session de Juin, le secrétariat délivre des attestations de réussite aux étudiants qui quittent les Facultés.

4.3.5 Examen de deuxième session

Lorsqu'un étudiant n'a pas réussi l'ensemble des épreuves de la session de Juin, il est ajourné. Les examens qu'il devra représenter sont déterminés lors de la délibération.

Dans ce cas, le secrétariat central envoie une demande de paiement des frais d'examens en début du mois d'Août. Le versement confirmera l'inscription aux examens de la deuxième session.

4.3.6 La carte étudiant

Lors de son inscription aux examens, l'étudiant n'a pas besoin de sa carte. Officiellement, l'étudiant devrait présenter sa carte à chaque examen. Mais de manière pratique, ses directives se heurtent au bon déroulement de l'épreuve. En effet, comment refuser un étudiant qui aurait préparé un examen s'il n'a pas sa carte sur lui?

4.4. La carte à microprocesseur au sein de la procédure d'examens

Il est temps maintenant pour nous d'analyser l'intégration de la carte à microprocesseur dans la procédure d'examens.

Rappelons-nous que le but principal de la carte à microprocesseur est de constituer un dossier portable pour l'étudiant, donc de stocker des informations recueillies au cours de sa vie universitaire. Dans ce cas bien précis de la chaîne d'examens, la carte pourrait contenir par exemple, la preuve que l'étudiant a bien payé son inscription aux examens et les noms des différentes matières sur lesquelles l'étudiant doit être interrogé. Par la suite, les résultats aux examens pourront être indiqués.

4.4.1. L'inscription aux examens

Au début du mois de Mai, l'étudiant remet son bulletin d'inscription aux examens au secrétariat académique de sa faculté ainsi que sa carte à microprocesseur. Dès le paiement des frais d'examens, le secrétariat vérifie l'ensemble des informations stockées sur la carte. Si tout est en ordre, il y indique le versement des frais d'inscription et le code des différentes matières sur lesquelles l'étudiant sera interrogé. La carte est alors restituée à l'étudiant au plus tard avant le début du blocus.

4.4.2. Présentation aux examens

A chaque examen oral ou écrit, l'étudiant présente sa carte à microprocesseur à la personne responsable de l'examen. Celle-ci indique sur la carte que l'étudiant s'est bien présenté à l'examen.

La carte est donc un moyen de contrôle des présences à une épreuve donnée. Naturellement le procédé n'est pas idéal. En effet, dans le cas d'un examen écrit qui concerne un grand nombre d'étudiant, cette méthode sera

longue et fastidieuse à réaliser. Aux Facultés de Namur ce genre de vérification n'a jamais lieu systématiquement. Néanmoins des universités pratiquent de telles méthodes. Pour qu'un examen soit validé, l'étudiant doit s'y rendre muni de sa carte. Celles-ci sont exigées à l'entrée du local où se déroule l'épreuve. Pendant l'examen, on vérifie que chaque carte correspond bien à un étudiant inscrit. La carte est rendue à l'étudiant lorsque ce dernier remet sa copie. S'il existe une ambiguïté, l'examen est annulé!

4.4.3 Délibération et communication des résultats.

A la fin de la session, chaque étudiant dépose sa carte à microprocesseur au secrétariat académique.

Celui-ci, après la délibération, indique sur la carte les points obtenus pour chaque discipline ainsi que la côte globale. De cette manière, un étudiant qui désirerait s'inscrire dans une autre université détiendra la preuve de sa réussite. Ce procédé rendra pratiquement impossible les fraudes pour les attestations de réussite.

4.4.4. Examens de deuxième session

Le secrétariat académique signale sur la carte que l'étudiant est ajourné. En début Août, l'étudiant est convoqué au secrétariat académique par une notification qui lui rappelle son inscription en deuxième session. Ce formulaire est accompagné d'un ordre de virement. Lorsque l'étudiant se présente au secrétariat, on vérifie d'abord que le versement a bien été effectué et cette information est ensuite ajoutée sur la carte. S'il y a lieu, la carte est remise à jour.

La présentation aux examens se passe comme en première session

Une deuxième possibilité est que l'étudiant se rende au secrétariat central qui inscrit sur la carte le versement effectué.

4.4.5 Conclusion

L'apport de la carte à microprocesseur dans la procédure d'examens est surtout le contrôle de l'étudiant à l'examen. Cela constitue aussi un moyen de pression pour le paiement des frais d'examens sans lequel il ne sera pas autorisé à se présenter aux examens. Au cours du processus, de nouvelles informations comme les cours et les résultats correspondants peuvent y être indiqués.

Notons que pour une utilisation plus propice de la carte, il est nécessaire d'uniformiser à un niveau inter-universitaire la codification de l'information. L'étudiant ne saurait en effet s'inscrire, par exemple en licence à l'UCL, avec une attestation de réussite de candidatures à Namur qui se trouverait sur une carte à microprocesseur que l'UCL ne serait pas en mesure de lire.

4.5. Les modifications des informations administratives

Toutes les données de type administratives se trouvent dans la base de données de l'application dossier-étudiant. Selon nos hypothèses, seul le secrétariat central modifie cette base de données. La plupart des informations qui y ont été enregistrées sont issues du Formulaire de Demande d'Inscription.

Celui-ci avait été rempli en début d'année académique. En cours d'année, le secrétariat central reçoit d'autres documents provenant de l'une ou l'autre entité première (par courrier interne). Dans la plupart des cas, les modifications sont basées sur des BIC et BIE où des informations (état civil, année mémoire,...) sont déjà notifiées et que l'étudiant corrige si nécessaire. La validité des informations contenues dans le fichier central est ainsi contrôlée régulièrement. Nous donnons dans un document séparé une description détaillée du processus de modification des données.

4.5.1. La carte à microprocesseur au sein des modifications administratives

Dans notre hypothèse sur la configuration du système qui intégrera la carte à microprocesseur, toutes les entités premières ou secondaire pouvaient modifier la carte. Selon le type de carte, nous pourrions partitionner la mémoire en fonction des besoins de chaque entité. Pour une application particulière nous définirions des zones mémoires communes à certaines entités premières. Dans cette situation, le secrétariat académique travaillerait dans la partie spécifique du secrétariat central par exemple ou du service social. Ces différents cas de figure ont assurément une influence sur la façon dont se déroulera le scénario de modification des données administratives. Sur base des BIC ou des BIE, le secrétariat central regarde si des changements ont été apportés par rapport aux informations du fichier central. Si c'est le cas, l'étudiant est invité à se présenter au secrétariat central ou au secrétariat de sa Faculté. Le contenu de la carte est alors automatiquement comparé à l'enregistrement du fichier central et est mis à jour. Selon la manière de gérer la mémoire de la carte, deux cas sont possibles.

Supposons d'abord qu'à chaque service soit allouée une partie de la mémoire de la carte à microprocesseur. Un service ne modifie que sa partie.

L'étudiant se présente au secrétariat central afin de procéder à la mise à jour de sa carte. Si les modifications signalées ont déjà été enregistrées au fichier central, une analyse comparative est effectuée entre le contenu de la carte (partie administrative) et les informations répertoriées dans le dossier étudiant de la base de données. Cependant, les changements peuvent ne pas avoir encore été intégrés à la base de données. Dans ce cas, il faut d'abord remettre en ordre les fichiers avant de commencer à écrire dans la mémoire de la carte, car rappelons le, la carte n'est modifiée qu'à partir du fichier central pour la partie administrative. Pour la partie pédagogique, elle doit l'être sur base des fichiers pédagogiques. Si les documents n'ont pas été réceptionnés, l'étudiant peut laisser sa carte au secrétariat central ou revenir plus tard. Un avis sera affiché aux valves pour les étudiants qui négligeraient de se représenter par la suite.

Envisageons à présent, la situation où il n'y a pas de zone mémoire spécifique pour chaque service. Cette situation est semblable à celle où certaines entités pourraient écrire dans la zone mémoire réservée à une autre entité dans des circonstances bien précises (un secrétariat académique pourrait modifier des informations administratives à partir de la base de données et uniquement à partir de celle-ci).

Il n'est plus indispensable que l'étudiant se rende au secrétariat central. Le secrétariat de sa Faculté est habilité à remettre à jour la carte d'étudiant. Il se présente à son secrétariat académique qui modifie la carte à partir du fichier central. Il est alors nécessaire que les fichiers aient été mis à jour afin d'éviter que la carte ne contienne à un moment donné de son existence des données

différentes de celle du fichier central. Comme seul le secrétariat central a un rôle actif sur la base de données, tous les formulaires issus des différents secrétariats académiques doivent lui être envoyés dans les délais les plus courts. Pour ne pas obliger l'étudiant à venir fréquemment au secrétariat central ou au secrétariat de sa Faculté, nous pourrions imaginer d'appliquer plusieurs procédures d'utilisation de la carte au même moment. Les diverses inscriptions (au cours ou au examens) ainsi que les changements administratifs éventuels seraient effectués simultanément aux diverses entités.

4.5.2. Conclusion

Quelque soit la procédure, la carte à microprocesseur n'est modifiée qu'à partir du fichier central pour les données administratives. Ceci assure la cohérence des informations. La carte sera à ce niveau le reflet fidèle du dossier étudiant de la base de données. De plus, des points de décisions temporels seront vraiment utiles pour l'exécution du scénario proposé (délais de remise à jour des documents hebdomadaire ou quotidienne, mise à jour des données en fin de chaque semaine ou chaque jour,...). Nous regrouperons les opérations à effectuer sur la carte afin de ne pas alourdir la gestion.

Pour les différentes entités, le travail exigé n'est presque pas augmenté. D'autre part, le flux des documents reste identique.

4.6 Les modifications des informations pédagogiques

Chaque entité première a la possibilité de créer ses propres fichiers à partir du fichier central. Ces fichiers sont dits pédagogiques et sont gérés par le service en question. Ils sont donc modifiés, mis à jour ou supprimés sous la seule responsabilité de ce service. Les données des fichiers pédagogiques sont

généralement plus complètes que celles du fichier central, mais moins utiles pour la gestion administrative. Ils contiennent par exemple les inscriptions de chaque étudiant pour l'ensemble des cours, les résultats correspondants ou des commentaires pédagogiques,....

4.6.1. Modifications effectuées sans la carte à microprocesseur

L'origine de ces modifications peut être multiple. En plus des BIE, BIC, qui permettent de valider les données administratives de la base de données, il y a aussi les résultats d'examens, les changements d'adresse, etc, qui sont autant de possibilités de modification.

4.6.2. Modification effectuées avec la carte à microprocesseur

La procédure est identique à celle des modifications administratives. Mais dans ce cas, l'étudiant doit nécessairement se présenter au secrétariat académique, car les données à modifier ne se trouvent pas au fichier central. Ces modifications peuvent se faire en même temps que d'autres enregistrements, par exemple aux différents cours.

4.6.3. Conclusion

Comme pour les modifications administratives, l'introduction de la carte à microprocesseur n'alourdit pas nécessairement la charge de travail des secrétariats, si l'on regroupe certaines opérations effectuées sur la carte.

4.7. Perte de la carte étudiant.

Si un étudiant perd sa carte, il doit le signaler au secrétariat central. Ce dernier consulte le fichier central, vérifie que le dossier de l'étudiant est bien en règle et lui en délivre une nouvelle.

Dans le cas d'une carte à microprocesseur, les informations disponibles de la base de données sont inscrites sur une nouvelle carte, si l'étudiant est en règle. La carte est remise à l'étudiant qui la fera compléter par son secrétariat académique. Une autre possibilité serait que l'ensemble des informations soient enregistrées sur la carte par le secrétariat académique de sa Faculté.

4.8. La bibliothèque

Une des applications intéressantes est la combinaison emprunt/remise des livres de la bibliothèque avec la carte à microprocesseur. La carte pourrait en effet contenir la liste des livres empruntés et remis par l'étudiant. Le système d'enregistrement actuel de transactions de la bibliothèque est le code barre. Pour rendre l'intégration de la carte aussi aisée que possible, on enregistrera les informations simultanément sur la carte et dans la base de données de la bibliothèque dès la lecture du code barre. Il faudra donc insérer de nouvelles primitives afin de gérer la carte à microprocesseur.

Les différentes transactions (emprunt ou remise de livres) seront ainsi mémorisées sur la carte. Ceci nous permettra d'établir l'historique des opérations effectuées à la bibliothèque. On pourra alors vérifier que tous les

livres empruntés par ce lecteur ont bien été rendus et que les amendes éventuelles ont été payées. Les cartes à microprocesseur ne sont destinées qu'aux étudiants dans un premier temps. Pour les autres lecteurs, la procédure actuelle sera maintenue.

En conclusion, la carte à microprocesseur offre de nouvelles perspectives par rapport à la carte plastifiée actuelle. Elle permettra notamment un contrôle plus strict des emprunts. Elle sécurisera aussi les informations de la base de données puisqu'elle contiendra l'historique des transactions. Ce contrôle pourra se réaliser à l'échelon national car toutes les bibliothèques universitaires sont inter-reliées.

Néanmoins, cette application présente l'inconvénient d'utiliser beaucoup de place mémoire sur la carte, au détriment peut être d'autres applications.

4.9. Le service médical

Un dossier étudiant idéal contient aussi des données médicales. Un dossier portable médical a été mis au point par la société *ASCII* sous la désignation de *Biocarte*. Le contenu de cette carte est divisée en plusieurs zones. Une zone d'identification regroupe quelques informations signalétiques du porteur (nom, prénom, date de naissance, sexe). La zone d'urgence est établie suivant les normes de la Commission Européenne pour le dossier d'urgence (allergies, antécédents, groupe sanguin, vaccins, ...). Les éléments du passé médical du patient qui ne sont pas critiques en cas d'urgence, sont enregistrées dans la zone profil. Enfin, une zone de consultation regroupe toutes les informations jugées

utiles par le médecin (résumé des consultations, examens). Sans aller aussi loin, il serait intéressant de mémoriser sur chaque carte étudiant, les données de la zone d'urgence.

Dans cette application, la carte apporte la disponibilité de toutes les informations médicales de manière rapide et sûre.

4.10. Autres applications

Les applications précédentes concernaient surtout la vie administrative de l'étudiant. Elles couvraient principalement le service dossier portable de la carte. Parmi les services proposés par la carte, d'autres applications sont possibles, comme le paiement électronique ou le contrôle d'accès physique. Dans ce qui suit, nous envisageons l'utilisation de ces services au sein de l'université.

4.10.1. Le paiement électronique

Chaque étudiant recevrait une carte à microprocesseur dans laquelle se trouverait inscrit un certain crédit. Ce crédit serait une somme réellement versée, dans le sens où l'étudiant achèterait des unités auprès d'une entité primaire de l'université ou tout simplement auprès d'un organisme bancaire. Ces unités seraient consommées au fur et à mesure des besoins. Les informations de chaque transaction (par exemple la date et le montant de l'opération) seraient mémorisées sur la carte. Ceci permettrait à l'étudiant de garder une trace des différents enregistrements.

Ce service serait utilisé pour le paiement des photocopies ou encore pour le règlement des repas aux restaurants universitaires. Il suffirait alors d'ajouter un lecteur de carte et son module sur chaque machine photocopieuse ou caisse enregistreuse. Ces modules assureraient l'identification de la carte et de son propriétaire. Un système central administrerait les différents modules.

Des endroits précis de la carte pourraient garantir le versement de cautions comme celui de la carte sportive proposée par le centre sportif, de la bdthèque ou encore de la bibliothèque pour l'emprunt de livres.

La carte aiderait à supprimer la monnaie pour les paiements de montants faibles. Elles aiderait aussi la comptabilité de certains services comme celui des photocopieuses. Il suffirait de relever les modules pour connaître le relevé de toutes les transactions réussies ou non, et l'identité de la personne qui l'a réalisé.

4.10.2. Le contrôle d'accès physique et logique

La carte matérialiserait un droit d'accès à des sites universitaires. Ces sites pourraient être des laboratoires, des pools de terminaux ou certains locaux dont nous voudrions privilégier l'accès (parking, auditorios, .). La carte servirait de clé particulière et le lecteur de carte ferait office de serrure. Un réseau de lecteurs de cartes à chaque accès serait raccordé à un système central sur lequel nous aurions installé un logiciel de gestion d'accès. Ce programme contrôlerait l'ensemble des mouvements effectués : comme la carte à puce sert de badge d'identification d'une personne, il serait aisé de savoir qui a pénétré dans un local précis à une heure déterminée et ce pendant combien de temps (contrôle d'accès physique). En cas de délit, les personnes susceptibles d'apporter des renseignements seraient facilement retrouvées. La carte assure aussi la gestion

d'un grand nombre de procédures de sécurité. Grâce à sa capacité de mémorisation, la carte à puce permet de réaliser des connexions automatiques (contrôle d'accès logique). Les réponses que l'utilisateur doit chaque fois fournir durant la procédure de contrôle sont communiquées systématiquement. De ce fait, la carte évite les transmissions de données confidentielles sur réseaux ou via terminaux et sécurise le dialogue avec le système de gestion d'accès. Cette application peut être affinée par l'utilisation d'un horaire variable. L'accès pourrait n'être possible qu'à certaines périodes de la journée. Ce qui occasionnerait par exemple une meilleure attribution de ces locaux. Les informations issues de l'horaire variable seraient complétées par des données signalétiques du porteur.

5. Conclusion

D'après l'étude qui précède, il ressort que de nombreux développements sur la carte à puce pourraient être réalisés au sein des Facultés. La carte présentera l'avantage d'être un *double fidèle et infalsifiable* des données administratives, pédagogiques, sociales et médicales. D'autre part, elle aidera à améliorer la surveillance et le contrôle d'accès à certains locaux. Finalement, elle servira de carte de paiement, ou preuve de paiement pour des services comme la bibliothèque ou les restaurants universitaires. Idéalement, ces applications cohabiteraient sur une seule et même carte.

Toutes les informations stockées sur la carte devront l'être aussi sur un autre support, pour ce faire toutes les opérations seront enregistrées par les

différents systèmes de gestion des applications. En cas de perte, il sera possible de reconstruire le contenu de la carte, surtout si elle sert de moyen de paiement!

Il sera ainsi possible de créer un duplicata de la carte sans que la moindre information ne soit perdue.

Remarquons que si toutes les nouvelles fonctionnalités que permettent la carte sont correctement intégrées dans le système de gestion, l'introduction de la carte à microprocesseur au sein de l'université n'augmenterait pas exagérément la charge de travail de l'ensemble des services primaires et secondaires.

Quant à l'étudiant, il sera astreint à plus de rigueur pour tenir sa carte à jour. Il devra entre autres se rendre plus régulièrement au secrétariat de sa Faculté. Toutes les possibilités extra-scolaires qu'offrent la carte sont autant de services qu'il est libre ou non d'accepter.

LA CARTE A MICROPROCESSEUR

Après avoir étudié les multiples applications d'une carte à microprocesseur aux Facultés Notre Dame de la paix, nous nous proposons d'en écrire les principales caractéristiques techniques. Les concepts fondamentaux qui seront ainsi exposés, clarifieront le chapitre suivant. (Développement). Deux types de cartes seront analysés : la carte à mémoire simple et la carte à mémoire hiérarchique. Nous décrirons ensuite le protocole de transmission entre la carte à mémoire simple et le programme application.

1. Présentation de la carte.

La carte à microprocesseur est une carte plastique dans laquelle est inséré un micro-ordinateur. Au niveau des dimensions et des caractéristiques physiques, elle est conforme à la norme ISO des cartes bancaires ou de crédit.



Fig. 3.1. : Carte à microprocesseur

Le micro-ordinateur est composé d'une mémoire, dont l'accès peut être protégé et d'un microprocesseur. Celui-ci assure le contrôle des conditions d'accès de la mémoire, l'ordonnancement des communications avec le lecteur de la carte, la gestion de la sécurité ainsi que d'éventuelles clés de chiffrement ou de déchiffrement.

le concept de carte à mémoire est inhérent aux progrès réalisés ces dix dernières années en électronique. Le matériel informatique peut actuellement être miniaturisé à l'extrême. Un composant électronique de quelque millimètres carrés peut constituer un micro-ordinateur avec sa mémoire et sa logique propre.

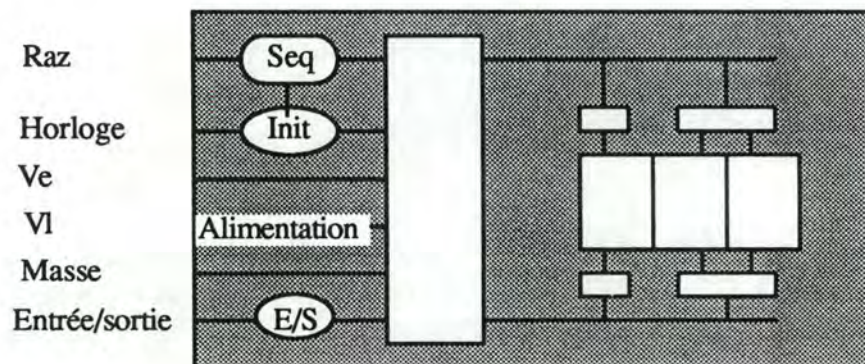


Fig. 3.2. : Architecture interne de la puce

Passons rapidement en revue chacun des constituants de ce microsysteme:

- *Le micro-processeur* : le micro-processeur 8 bits peut exécuter les programmes inscrits dans sa mémoire ROM et réaliser lui-même l'écriture dans sa mémoire PROM à n'importe quel moment.

- *La mémoire PROM* : Il s'agit en fait d'une mémoire EPROM dont les possibilités d'effacements ont été inhibées. Elle est utilisée pour le stockage des données propres à chaque application. A la fabrication, l'ensemble des bits de cette mémoire est au niveau logique 1. L'écriture consiste à positionner au niveau logique 0 les bits désirés. Tout bit positionné à l'état 0 ne peut donc plus revenir à l'état 1. Le bit est dit "grillé".
- *La mémoire ROM* : elle contient l'intelligence de la carte sous forme de programmes. Ce type de programme peut varier d'un type de carte à un autre et est appelé masque.
- *La mémoire RAM* : elle constitue une mémoire de travail du microprocesseur. Elle est volatile et n'est donc pas un moyen de stockage durable. Elle reste totalement inaccessible de l'extérieur
- *L'interface physique de la puce* : c'est grâce à lui que la puce est alimentée électriquement. Il se compose de six fils qui remplissent diverses fonctions (Remise à zéro, Horloge, tension d'écriture, tension de lecture, ...).

2. La description des mémoires et du masque

Le masque est constitué de l'ensemble des programmes situés en ROM et réalise essentiellement :

- la gestion de la mémoire de stockage
- une fonction logico-mathématique

- la gestion des accès à la mémoire de stockage
- le jeu d'instruction du microprocesseur
- la gestion des échanges entre la carte et le monde extérieur

Remarquons que cette description n'est valable que pour la phase Utilisation de la carte par son porteur. Les gestions de la mémoire de stockage et des accès à cette mémoire sont différentes avant et après la mise en service de la carte.

Selon le type de carte, la mémoire PROM peut être organisée de manière hiérarchique ou non. Nous décrirons chacune de ces organisations et nous conclurons par les avantages et inconvénients de l'une par rapport à l'autre. Pour la mémoire simple, l'analyse sera basée sur le masque 4, tandis que pour la mémoire hiérarchique nous étudierons le masque MPSA.

2.1. Organisation simple de la mémoire de stockage

2.1.1. Description de la mémoire

La mémoire est composée de sept zones qui se subdivisent en mots de 32 bits. Ces mots sont constitués de 29 bits de poids faible (bits de données) et des 3 bits V, C et CA de poids fort (bits de systèmes). Les bits C, CA spécifient le type d'utilisateur qui écrit le mot. Le bit V permet de valider un mot .

- La carte à microprocesseur -

Le programme d'application peut alors vérifier que les modalités d'utilisation de la carte pour un service donné ont bien été écrites par l'émetteur concerné, ou que les transactions ont été réalisées par le porteur.

	C	CA
Mot écrit par l'émetteur primaire	1	1
Mot écrit par l'émetteur secondaire	1	0
Mot écrit par le porteur	0	X

Fig. 3.3. : Les bits systèmes C et CA

Pour qu'un mot soit validé, la clé correspondant aux bits C et CA doit avoir été présentée. Ainsi, un mot ayant 1 et 1 pour valeur respectives des bits C et CA ne sera validé que si l'utilisateur a présenté au préalable la clé émetteur primaire

La protection de l'information est réalisée pour chaque mot et nous verrons que chaque zone a aussi des règles d'accès bien précises.

a. La zone secrète : il s'agit d'une zone hautement protégée que seul le microprocesseur peut lire. Elle contient la liste de clés que voici :

- La carte à microprocesseur -

- Clés émetteurs (primaire 1A et secondaire 1B) : elles permettent à l'émetteur (organisme qui propose un service à des clients) de fixer les modalités d'utilisation de la carte pour le service proposé.
 - Clés porteurs (de type I et II) : elles permettent au porteur (personne qui utilise la carte) de s'identifier et de faire usage des droits fixés par l'émetteur.
 - Clé interne : elle est utilisée comme paramètre de la fonction logico-mathématique de la carte et permet son authentification et sa certification (données correctes au bon endroit) sur la bonne carte.
 - Clé de fabrication : elle protège l'accès de la mémoire PROM avant la mise en service de la carte.(de la fin de la fabrication à la fin de la personnalisation)
- b. La zone d'accès* : le microprocesseur y mémorise toutes les tentatives d'accès (correctes ou non) à une zone protégée, c'est à dire qui nécessite une présentation de clé.
- c. La zone confidentielle* : elle contient toutes les informations propres à l'application.
- d. La zone de transactions* : elle contient d'autres informations propres à l'application qui sont inscrites dès sa mise en service.
- e. La zone de lecture* : les données qui y sont inscrites sont accessibles à tous et ne nécessitent pas de présentation de clé.
- f. La zone fabrication* : elle contient toutes les informations techniques de la puce ainsi que la description des zones et leur emplacement.

g. *La zone des verrous* : la phase du cycle de vie dans laquelle se trouve la carte y est indiquée (fabrication, personnalisation, phase active, ...)

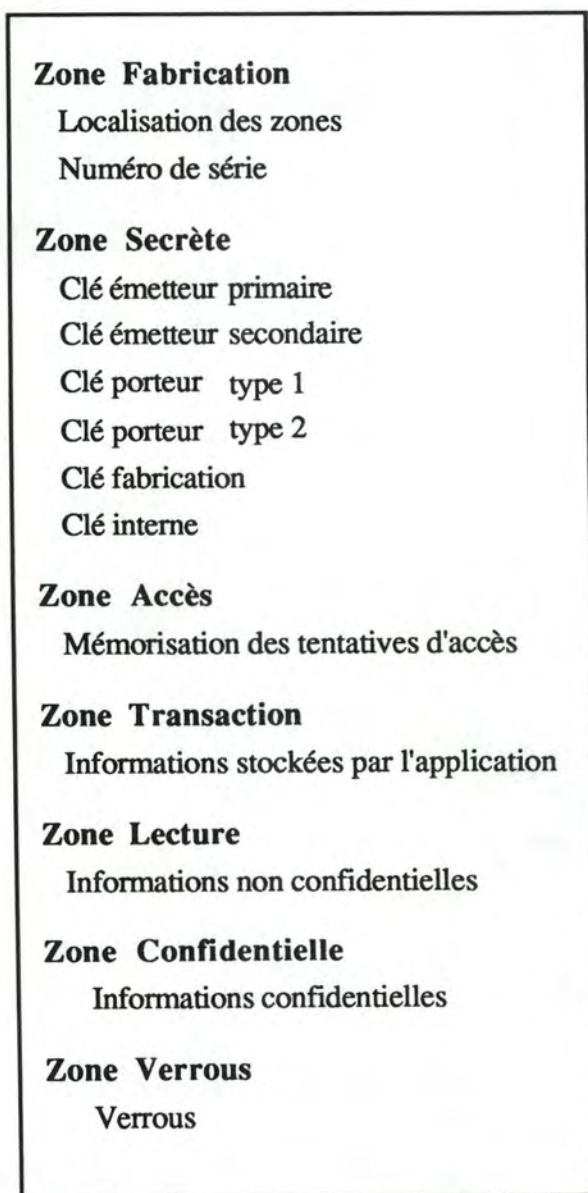


Fig. 3.4. : Contenu de la mémoire Prom

Ces zones se répartissent en trois classes :

- les zones sécuritaires contenant les informations utiles au microprocesseur pour gérer l'accès à la mémoire PROM (zone secrète, zone accès).
- les zones de données contenant les informations propres à l'application et au porteur de la carte (zone confidentielle, zone de transition et zone de lecture).
- les zones techniques contenant des informations nécessaires à la gestion de la mémoire PROM (zone de fabrication, zone de verrous).

2.1.2. Les règles d'accès aux différentes zones

Le microprocesseur est présent pour s'interposer en permanence entre le monde extérieur et la mémoire PROM. Cela signifie que toute action sur la mémoire nécessite un ordre de la part du monde extérieur. Deux actions sont autorisées sur la mémoire : l'écriture et la lecture. La modification et l'effacement sont impossibles suite aux caractéristiques physiques de la mémoire. Après la mise en service de la carte, la zone confidentielle, la zone de lecture et la zone de fabrication sont entièrement remplies. Ces zones sont donc interdites en écriture au microprocesseur.

- La carte à microprocesseur -

	Par le micro- processeur		Par le monde extérieur	
<u>Zones</u>	<u>Ecriture</u>	<u>Lecture</u>	<u>Ecriture</u>	<u>Lecture</u>
ZS		oui	oui -3-	
ZE	oui	oui		oui -1-
ZC		oui		oui -1-
ZT		oui	oui -1-	oui -1-
ZL	oui	oui		oui
ZF		oui	oui -2-	oui

Fig. 3.5. : Règles d'accès à la mémoire Prom

- (1) Avec une présentation de clé selon le contenu de la zone de Fabrication
- (2) Seulement pour le bit d'invalidation de la carte
- (3) Seulement pour le changement de clé porteur

2.1.3. Le jeu d'instruction du microprocesseur

Les instructions sont de trois types : les instructions d'initialisation, les instructions simples et les instructions basées sur l'algorithme Télépass (fonction logico-mathématique).

Les instructions d'initialisation et les instructions simples renvoient deux octets qui signalent comment l'instruction s'est déroulée et décrivent l'état de la carte à ce moment.

Les instructions d'initialisation ne comportent que la remise à zéro : son rôle est de préparer le dialogue. Elle initialise la carte et fournit au lecteur-encodeur les paramètres de la carte insérée. Cette instruction est purement hardware. Elle est réalisée directement via l'interface physique de la carte.

Les instructions simples :

- *La présentation d'une clé* : ces ordres ont pour but de fournir une clé à la carte. La carte peut alors comparer la clé reçue avec celle présente en zone secrète. Le résultat de la comparaison n'est pas communiqué à l'extérieur. Trois présentation de fausses clés porteurs ou de fausses clés émetteurs bloquent la carte. Il est possible de la débloquent en lui présentant en même temps les clés émetteurs et porteur activée.
- *La validation d'une clé en lecture* : cette instruction commande l'accès aux zones protégées à la suite d'une présentation de la clé.
- *La lecture* : l'instruction de lecture a pour but de lire un nombre donné d'octets à partir d'une adresse donnée.
- *L'écriture* : cette instruction réalise l'écriture d'un mot (32 bits) dans une zone protégée ou non en écriture.

- *La validation d'accès en écriture* : l'ordre réalise la validation d'un mot (4 octets) pour autant que des conditions de validation (présentation de la clé correcte) aient été satisfaites
- *La lecture du résultat* : cette instruction envoie au monde extérieur le résultat R calculé par l'instruction d'activation de la fonction Telepass.
- *L'écriture des verrous* : l'instruction marque la fin d'une des phases de la vie de la carte en positionnant le verrou correspondant.

Les instructions basées sur l'algorithme Télépass:

$$R = F (E , S , \text{adr carte} , (\text{adr carte}))$$

L'instruction d'activation de la fonction Télépass calcule un certificat (R) au départ d'un message d'entrée (E), de l'adresse du paramètre interne (adr carte) et des informations qui se trouvent dans la carte (clé interne (S) et paramètre interne (mot pointé par adr carte)). L'adresse de ce paramètre doit se trouver dans une zone accessible en lecture de la mémoire PROM. Si cette zone est protégée en lecture, il est nécessaire d'avoir préalablement présenté et validé la bonne clé en lecture.

Cet algorithme est utilisé pour sécuriser le dialogue entre la carte et un système informatique externe. Ce système doit alors posséder un module sécuritaire qui comprend une copie de l'algorithme et qui connaît le secret S utilisé par la carte dans le dialogue.

2.2. La carte avec une organisation hiérarchique de la mémoire.

2.2.1. Description de la mémoire de stockage

Une organisation hiérarchique vise le partage de la mémoire en une suite d'espaces relativement autonomes. La mémoire est hiérarchisée en trois niveaux qui sont la carte, les applications et les services. A chacun d'eux sont associés cinq types de zones : la zone de fabrication (Z, F), la zone de sécurité (Z, S), la zone d'accès (Z, A), la zone publique (Z, P) et la zone de travail (Z, T).

Excepté la zone de fabrication qui se présente uniquement et obligatoirement au niveau de la carte, les autres zones sont combinables à tous niveaux.

Cette organisation des mémoires nécessite diverses innovations et modifications des concepts énoncés au point précédent.

Les mots mémoires comporte toujours 32 bits mais le nombre de bits système varient entre 3 et 8 selon le contenu des bits de données. Les rôles et contenu des zones sont aussi légèrement différents.

- a. La zone de fabrication* : Les informations sur l'identité technique de la carte sont indiquées dans la zone de fabrication, la taille et la localisation des autres zones n'y sont plus contenues.
- b. La zone secrète* : La zone secrète abrite toujours les diverses clés secrètes:

- la clé émetteur : l'émetteur est responsable d'un niveau ou plus avec son application et les services. Le nombre et la variété de ces clés sont sous-jacentes aux multiples applications et services disponibles dans une carte.
- la clé de certificat : elle est utilisée pour de simples calculs de certificat et pour l'authentification de la carte.
- la clé système : elle joue le rôle dans l'authentification du terminal, du porteur et le chiffrement d'informations.
- la clé porteur : elle identifie le porteur. Celui-ci a alors accès aux applications et services mis à sa disposition.
- les clés alternative et biométrique : elles sécurisent les reconnaissances du porteur (date de naissance, empreintes digitales).

Un niveau qui ne possède pas de type de clé se réfère au niveau supérieur lorsqu' une clé est concernée. Les clés relatives au porteur (clé au porteur, clés alternatives et biométriques) sont localisées dans la zone secrète au niveau carte. Les autres clés peuvent être attachées à une application ou à un service particulier. Chaque niveau peut posséder différentes versions d'un type de clés mais qui ne sont pas toujours actives au même instant.

Dans un premier temps, la carte est personnalisée de façon globale. Les clés relatives aux porteurs sont introduites à ce moment là. Puis, chaque émetteur personnalise sa propre application ou service. Les clés émetteurs, certificat ou système sont alors enregistrées à la personnalisation du niveau abritant cette application ou ce service.

- c. La zone d'accès* : Cette zone est utilisée par le microprocesseur pour mémoriser toutes les tentatives d'accès correctes ou non, d'une zone protégée par les niveaux carte, applications et services. La zone d'accès qui gère les clés porteurs se situe nécessairement au niveau carte.
- d. La zone de travail* : Les informations enregistrées lors des opérations effectuées pendant le traitement y sont indiquées. Une application (ou un service) peut toujours posséder plus d'une zone de travail.
- e. La zone publique* : La zone publique abrite des informations non confidentielles en provenance de l'émetteur.

- La carte à microprocesseur -

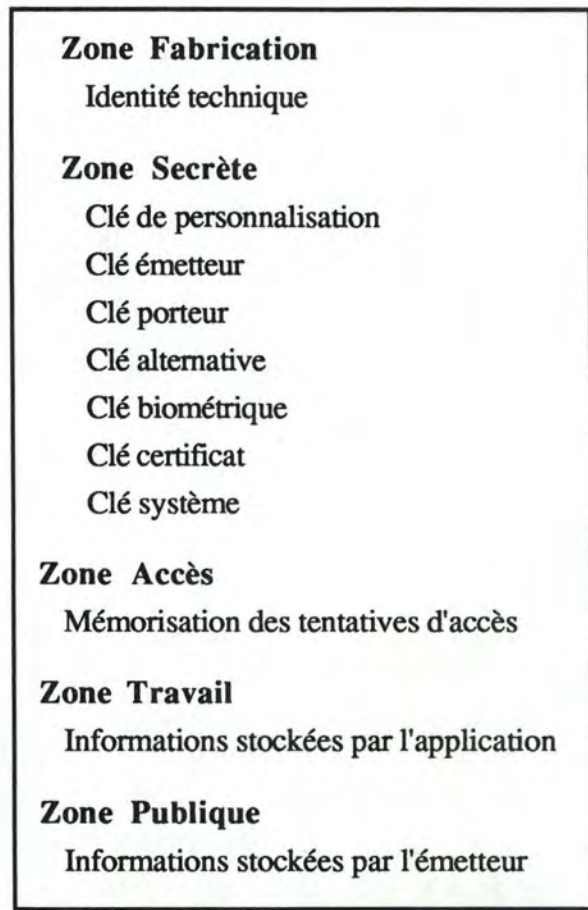


Fig. 3.6. : Contenu de la mémoire PROM

Chacune de ces zones est caractérisée par une entête.

Pour le monde extérieur, toutes les zones sauf la zone secrète sont accessibles en lecture, mais en écriture les zones de fabrication et d'accès sont

inaccessibles. Les règles d'écriture des zones restantes dépendent de la présentation de clés particulières aux différents niveaux.

<u>Zones</u>	Par le micro- processeur		Par le monde extérieur	
	<u>Ecriture</u>	<u>Lecture</u>	<u>Ecriture</u>	<u>Lecture</u>
ZS	oui	oui	oui -1-	
ZA	oui	oui		oui
ZTr	oui	oui	oui -3-	oui -3-
ZP	oui	oui	oui -2-	oui
ZF		oui		oui

Fig. 3.7. : Règles d'accès à la mémoire PROM

- (1) Seule la téléécriture est autorisée
- (2) Après présentation de clé émetteur
- (3) Selon les conditions de l'entête d'"allocation et d'e contrôle"

2.2.2. La gestion des zones et des niveaux

La création des niveaux et des zones consiste en l'écriture de l'entête de la zone concernée. Un niveau carte ou application peut créer et personnaliser un niveau, inférieur (application ou service) qui aura sa propre autonomie, ou se créer de nouvelles zones. Durant sa phase active, un niveau est autorisé à

étendre ou réduire son propre espace mémoire au profit d'un niveau supérieur. L'autonomie laissée à un niveau est déterminée par une entête "d'allocation et de contrôle", enregistrée au niveau supérieur. La structure hiérarchique doit être respectée.

Pour travailler dans une zone quelconque d'un niveau, il est nécessaire de sélectionner au préalable tous les niveaux supérieurs à celui où est localisée la zone à atteindre.

2.2.3. Le jeu d'instructions du microprocesseur

Les instructions sont également classées en trois catégories, les instructions d'initialisations, les instructions basées sur l'algorithme Télépass et les instructions simples.

les instructions d'initialisations ne contiennent que l'instruction de mise sous tension qui initialise le dialogue avec la carte

les instructions simples sont plus nombreuses que celles proposées par le masque précédent.

En plus, ce masque propose :

- *La recherche sur arguments* : l'instruction recherche un mot dans la mémoire de la carte (entête d'une zone ou non)
- *La lecture du résultat* : par le biais de cette instruction, le résultat obtenu par le microprocesseur est communiqué au lecteur par la carte.

- La carte à microprocesseur -

- *La lecture de L octets consécutifs* : cette instruction a pour but de lire un nombre précis d'octets (L) à une adresse carte spécifiée.
- *La génération d'un nombre aléatoire* : Cette instruction demande à la carte de fournir un nombre aléatoire à l'application.
- *L'écriture directe d'un mot* : Cette instruction réalise l'écriture du mot à l'adresse communiquée.
- *L'écriture d'un verrou* : le positionnement d'un verrou à l'entête d'un niveau 0 signale que ce niveau entre dans sa phase active.

les instructions basées sur l'algorithme Télépass

Le masque abrite une nouvelle version de Télépass, qui est disponible sous deux versions:

$$R=F(e,s,adr\ carte,(adr\ carte))$$

$$E=F'(r,s,adr\ carte,(adr\ carte))$$

où s est soit une clé porteur, émetteur, système ou certificat

Cette nouvelle version de Télépass a augmenté le nombre d'instructions algorithmiques. Celles-ci incluent les fonctions suivantes:

- *L'authentification*

- du terminal : cette opération est réalisée par la présentation à la carte porteur d'un certificat calculé par le terminal. La carte reste muette en cas d'échec.

- du porteur par clé porteur ou alternative : ces instructions visent à identifier le porteur. Elles peuvent s'effectuer avec ou sans chiffrement.
- du porteur par clé biométrique : cette instruction consiste à soumettre à la carte porteur les informations biométriques fournies par l'utilisateur de la carte (digitalisation des empreintes ou d'une signature).
- de l'émetteur par clé émetteur : l'authentification de l'émetteur d'un niveau est réalisée par cette instruction.
- de la carte : cette instruction est utilisée pour authentifier les cartes porteurs.
- *La téléécriture* : cette instruction réalise l'écriture sur la carte à distance de données confidentielles et en même temps la signature électronique.
- *La certification* : l'ordre de certification est utilisé pour garantir la présence d'informations dans une carte.

2.3. Comparaison entre les masques

Le masque MPSA (2.2.) est plus complexe, mais l'interfaçage plus évolué est utile pour le programmeur qui veut connaître précisément l'état de la carte après chaque instruction simple. L'amélioration de l'algorithme Télépass a permis une plus grande variété des instructions algorithmiques qui participent aux authentifications, certifications et signatures électroniques. La gestion de la mémoire s'est considérablement modifiée : la personnalisation et l'utilisation de

la carte sont beaucoup plus souples grâce notamment aux possibilités de paramétrages des différentes instructions.

La carte à microprocesseur est appelée à être utilisée dans divers contextes. Les notions de polyvalence et de multi-services ont pu ainsi être développées. La polyvalence se caractérise par la capacité de la carte à contenir tous les types d'informations. Leur organisation doit être flexible et toute application doit être possible à partir du jeu d'instructions disponibles. Les différentes combinaisons niveaux-zones et le libre contenu de celles-ci nous permettent de mieux envisager cette approche polyvalente alliée à une souplesse d'utilisation de la carte à microprocesseur. En outre, l'organisation de la mémoire PROM illustre la capacité de la carte à abriter plusieurs espaces mémoires. D'où la multiplicité des services offerts par la carte au porteur. L'aspect dynamique de la création des niveaux et des zones autorise chaque application niveau carte et application à créer de nouvelles zones, d'étendre son espace et d'en libérer. Une application bénéficie du principe de hiérarchisation des niveaux. La présence d'un type de zone dans un niveau reste facultative mais les zones peuvent exister en plusieurs exemplaires à l'intérieur d'un même niveau. Il n'y a aucune contrainte sémantique sur le contenu des zones publique, secrète, et de travail. Dans un avenir proche, la mémoire pourrait devenir effaçable sélectivement. Ce qui autoriserait une application à vider sa zone de travail dès qu'elle est saturée. Cette configuration suppose naturellement une indépendance entre les applications ou services.

Quant au masque MA (2.1.), il est tout à fait satisfaisant au niveau de la polyvalence. L'émetteur peut configurer la carte en fonction de son application lors de la personnalisation. De plus, n'importe quel type d'informations est accepté dans les zones confidentielle, lecture et de transaction.

Cependant, ainsi configurée, la carte ne permet qu'un nombre limité de services simultanés (2, égal au nombre de clés émetteurs). Le masque ne gère

pas le partage de la mémoire allouée à chaque service. Ce qui signifie que les protections en zone de transaction doivent être identiques pour tous les services accessibles via la carte. De plus, la carte entière peut être bloquée sur présentation d'une clé émetteur fausse, ce qui est inacceptable si la carte propose plus d'un service. Finalement, les programmes d'applications sont autorisés à écrire partout dans la zone de transaction. Des données relatives à un service sont susceptibles d'être écrites par erreur dans la zone de transactions allouée à un service.

3 Le cycle de vie d'une carte

La vie de la carte englobe la fabrication de ses différents composants, leur assemblage, la personnalisation, initialisation des mémoires, la vie active (utilisation pour de services divers) et se termine par la mort de la carte.

3.1. La phase de Fabrication

La fabrication de la carte comprend celles des puces, des pastilles et des cartes plastiques. Le constructeur écrit le masque ou les programmes de la ROM. Il crée ensuite dans la mémoire PROM, la zone de fabrication et celle des verrous. Le numéro d'identification de la carte est indiqué dans la zone de fabrication et, la clé de fabrication, unique, dans la zone secrète. Le verrou LF

est inscrit dans la zone des verrous. Celui-ci indique la fin de la phase de fabrication. Les règles d'accessibilités à la mémoire PROM sont les suivantes :

- lecture : libre sauf la clé de fabrication
- écriture : protégée (présentation de la clé de fabrication)



Fig. 3.8. : Etapes de la phase de Fabrication

Les puces sont testées, puis insérées dans la pastille. Le tout est encastré dans la carte plastique.

3.2. La phase de Personnalisation

La personnalisation comporte l'écriture des informations définissant la taille, la localisation des différentes zones, du type de protection en lecture et en

écriture de la zone de transition. Les clés secrètes, porteur, émetteur sont indiquées dans les zones appropriées. Ces informations sont caractéristiques des services proposés dans le cadre d'une application.

Finalement un nouveau verrou est inscrit dans la zone des verrous pour signaler la fin de la phase de personnalisation (la clé de fabrication est désactivée tandis que les clés porteur, émetteur et interne sont activées)

La personnalisation des cartes est réalisée par des programmes spécialisés.

3.3. La phase Active

La phase active correspond à la phase d'utilisation de la carte par son porteur. Les actions réalisables par le porteur dépendent des services en fonction desquels la carte a été personnalisée.

3.4. La Terminaison

La mort de la carte peut survenir dans quatre cas:

- la saturation de la zone d'accès
- la saturation de la zone de transaction
- invalidation de la carte par le programme d'application
- auto-invalidation de la carte dès qu'une condition anormale d'utilisation est détectée (tentative de fraude).

L'invalidation consiste à inhiber certaines instructions du microprocesseur. Cette opération est réalisée par le positionnement d'un verrou dans la zone concernée. La terminaison de la carte est provisoire lorsque la zone d'accès a enregistré trois tentatives consécutives d'accès avec présentation de clé fausse. La carte est bloquée. Elle redevient utilisable lorsque la clé émetteur et porteur activées sont présentées en même temps.

4. Le protocole de transmission des données

Pour réaliser la connexion entre la puce et les systèmes externes, la carte est insérée dans un connecteur. Celui-ci est conçu pour alimenter électriquement les cartes à microprocesseur et pour permettre le dialogue avec le monde extérieur, symbolisé par un programme d'application. Le connecteur est lui-même inséré dans un lecteur-encodeur par lequel transitent les communications.

Les ordres adressés au microprocesseur sont réalisés selon un protocole bien précis. La gestion des échanges entre la carte et le lecteur encodeur est déterminée par les normes ISO/DP 7816/3 sur les cartes à microprocesseur. (7)

4.1. le lecteur-encodeur

Il existe des lecteurs de différents types.

4.1.1. Les lecteurs de carte "esclaves "

De nombreux lecteurs de cartes à microprocesseur sont conçus pour la connexion directe aux micro-ordinateurs, terminaux, ou autres

- La carte à microprocesseur -

machines.électroniques. Ces lecteurs sont munis d'une alimentation électrique et sont généralement de type bi-processeur. Un processeur s'occupe de la liaison et des commandes de base pour la communication avec la carte à puce, tandis que le deuxième s'occupe de la gestion et de l'application contenue dans la mémoire EPROM.

Dans une architecture complète, ces lecteurs sont régulièrement consultés par un "maître" qui est le vrai coeur du système.

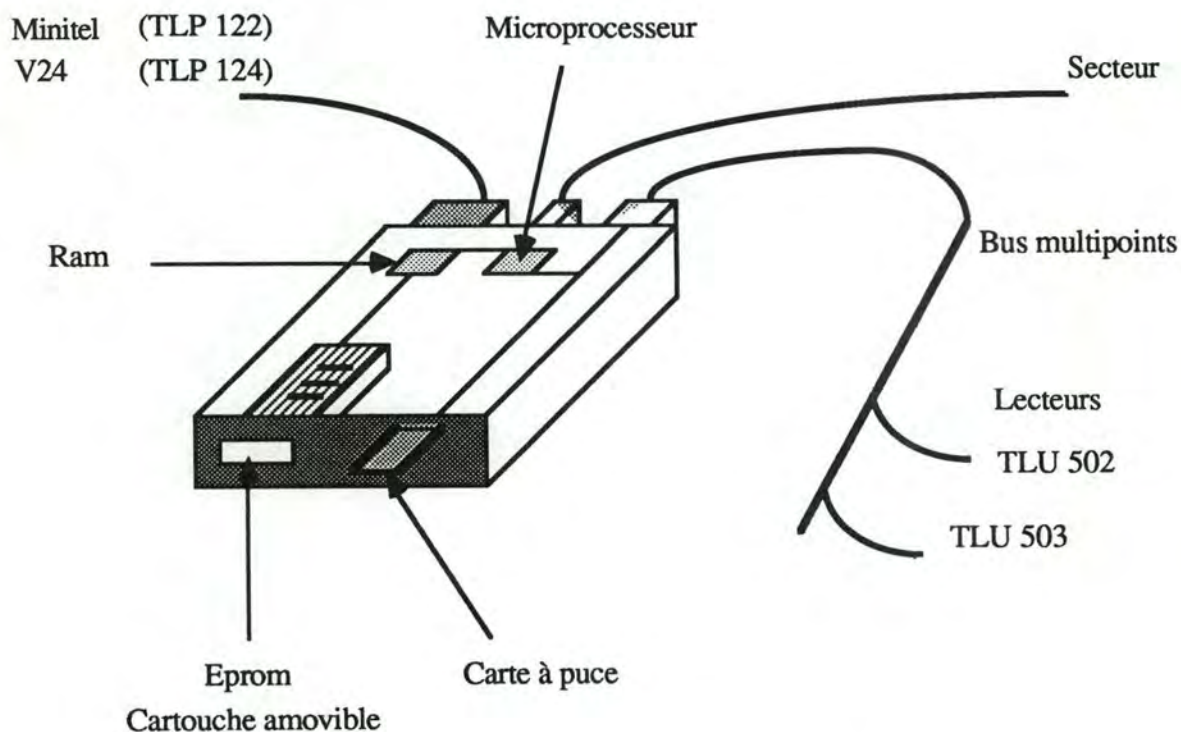


Fig. 3.9. : Dessin d'un boîtier TLP

La société **BULL** propose les lecteurs

- TLP124 A8, lecteur transparent avec une seule fente;
- TLP124 U8 qui peut contenir une application de 8Kbyte;
- TLP224 qui est un lecteur TLP124 8 simplifié;
- TLP 502 qui est un lecteur à simple fente sans connexion RS 232 mais susceptible de se raccorder à un lecteur du type TLP124

4.1.2. Les lecteurs de cartes autonomes

Ces lecteurs sont conçus spécialement pour le fonctionnement autonome et contiennent donc toute intelligence nécessaire à l'exploitation de la carte à puce. Ces lecteurs constituent le centre de l'application. Ils peuvent être consultés par des systèmes de gestion et/ou de supervision qui ont besoin d'informations résidentes dans le lecteur ou la carte à puce. Il est à noter que ces consultations s'exécutent normalement de façon "off-line".

Actuellement nous trouvons chez **BULL** le certificateur qui est un lecteur de carte avec piles rechargeables.

L'exclusivité des lecteurs n'est cependant pas limitée à la firme **BULL**. Des sociétés informatiques comme **LOGICAM** ou **UNINA** proposent elles aussi une large gamme de lecteurs.

4.2. Le programme d'application

Les services accessibles au moyen de la carte à microprocesseur sont informatisés. Des programmes d'application ou modules software réalisent la mise en oeuvre de ces services. De toute évidence, la carte ne possède pas une mémoire suffisante pour permettre le stockage de ces programmes d'application. En outre, ces derniers implémentent souvent des fonctions complémentaires à la gestion de la carte. Ils sont stockés et exécutés sur un système externe.

D'après l'application, le système peut être :

- le lecteur-encodeur qui reçoit la carte.
- le micro-ordinateur connecté à un lecteur-encodeur.
- un gros système relié à une multitude de lecteurs-encodeurs via un réseau de télécommunication.

Pour un programme d'application, la carte peut être perçue comme un moyen de stockage secondaire et le microprocesseur comme un processeur d'entrées-sorties. Toutefois, à cause de la spécificité du support, les langages de programmation ne disposent pas de primitives standardisées. Pour assurer la gestion de la carte, les programmes d'application ne peuvent utiliser que les seules instructions exécutables par le microprocesseur.

Généralement, l'utilisateur dispose d'une boîte à outils qui permet d'adresser des commandes à la carte via le lecteur, et d'interpréter les réponses issues de celui-ci.

4.3. Le protocole de transmission

D'abord, situons les principaux acteurs afin de bien comprendre ce qui se passe. Trois appareils sont en dialogue, le micro-ordinateur, le lecteur-encodeur et la carte. Dans le micro-ordinateur se trouve le programme d'application. Le lecteur-encodeur transmet au microprocesseur de la carte les commandes issues du programme d'application ou requises par celui-ci. Et, le microprocesseur exécute les instructions sur la mémoire EPROM. Nous pouvons représenter ces éléments selon des couches.

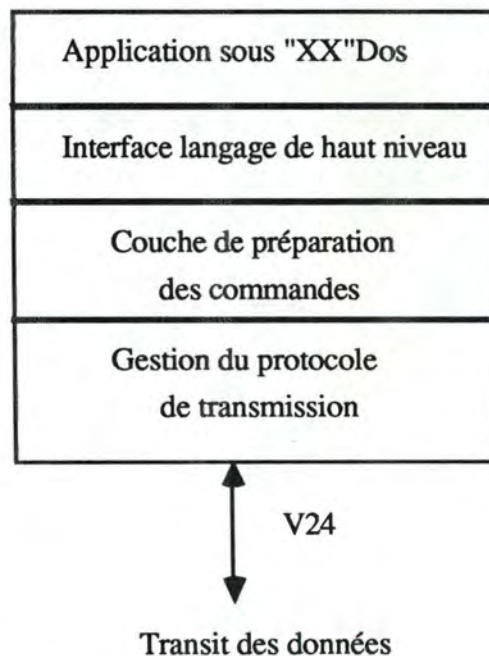


Fig. 3.10. : Architecture logicielle d'une application

- La carte à microprocesseur -

Au niveau physique, il s'agit d'une liaison RS232.classique entre le micro-ordinateur et le lecteur où est insérée la carte

Le driver CP8 du lecteur-encodeur offre les primitives suivantes au programme d'application :

- Mise sous tension
- Présentation d'une clé
- Lecture
- Ecriture
- Validation de mot
- Habilitation (fonction Télépass)
- Ecriture des verrous
- Recherche des deux premiers mots non valides consécutifs
- Mise hors tension
- Ordre transparent entrant
- Ordre transparent sortant

Nous y retrouvons bien des instructions similaires à celles qu'autorisent le microprocesseur de la carte. Ces commandes sont activées par le programme d'application.

D'autre part, l'application peut fournir elle-même les primitives au lecteur-encodeur. Les ordres transparents traduisent alors les commandes externes dans le format compréhensible par le microprocesseur. Ces commandes sont réalisées par une "boîte à outils" stockée sur le système externe.

4.3.1. Formatage des données avant émission

Le message initial que nous désirons envoyer au microprocesseur de la carte, est découpé en blocs de 124 octets de données au maximum. Ces blocs sont appelés paquets. Chaque paquet est encapsulé par quatre octets de services : deux octets sont réservés à l'entête et deux autres sont ajoutés à la fin des données.

L'entête est constitué des octets 0 et 1.

- L'octet 0 :

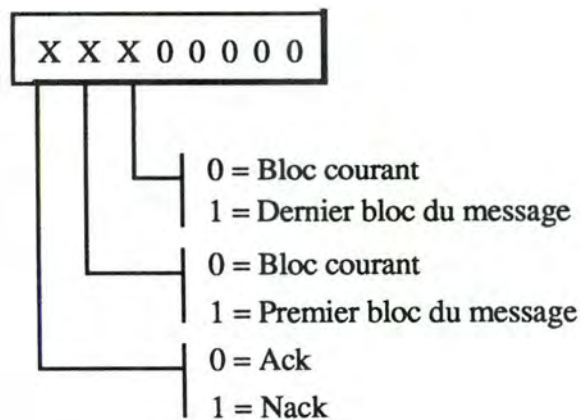


Fig. 3.11. : L'octet 0

- La carte à microprocesseur -

Ainsi l'octet (0110 000) représente le nombre ASCII 60. Il s'agit du premier bloc sans acquittement.

- L'octet 1 spécifie la longueur du paquet

Les deux derniers octets sont :

- le LRC, suite de "ou exclusif" effectuée sur l'ensemble des octets d'entête et de données.
- L'ETX est le dernier caractère émis. Il désigne la fin du bloc.

L'entête est concaténée aux données. Le LRC est calculé, puis collé en fin de paquet. L'ensemble est converti en ASCII et l'octet ETX (code ASCII 03) y est finalement ajouté.

La conversion s'effectue selon le procédé suivant :

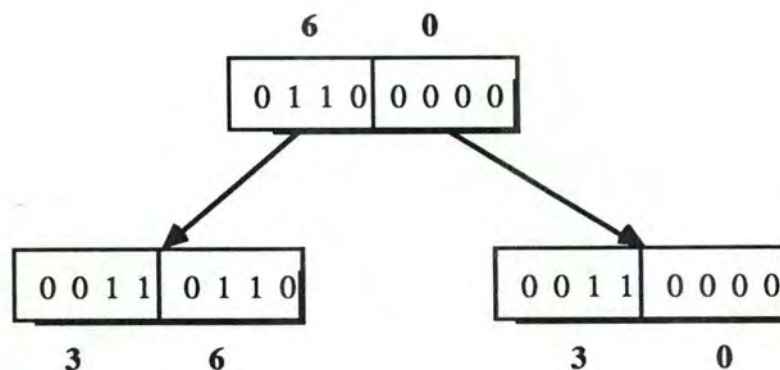


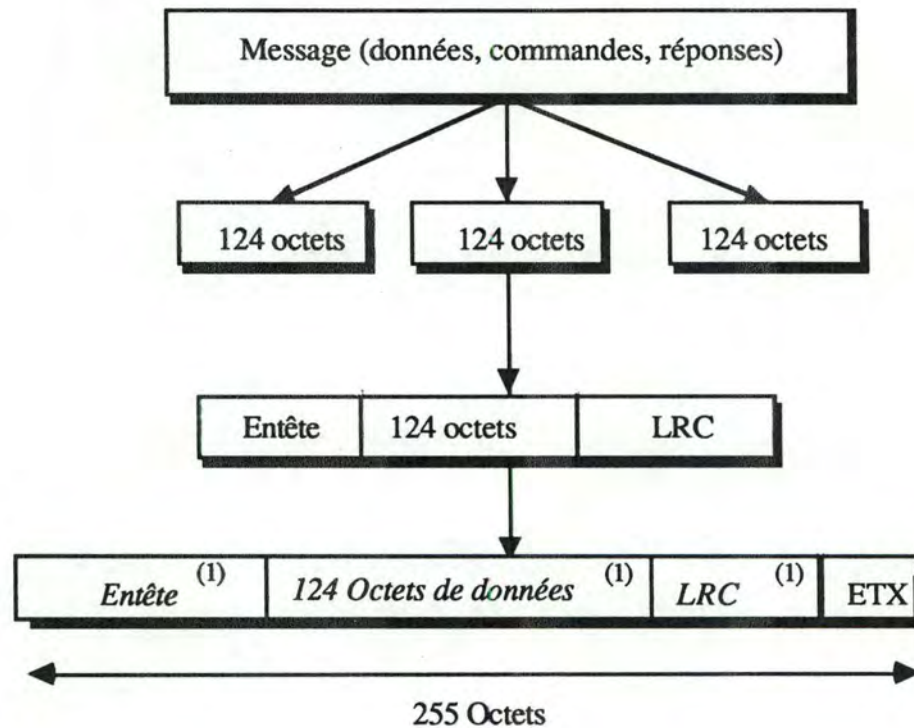
Fig. 3.12. : Principe de conversion de binaire en ASCII

- La carte à microprocesseur -

Cette conversion double les caractères de données, d'entête et LRC. Au total, la trame transmise contient

$$124 + 3 (\text{LRC}) = 127 * 2 = 254 + 2 (\text{ETX}) = 256 \text{ octets}$$

au maximum.



(1) Conversion en ASCII

Fig. 3.13. : Procédé de construction d'une trame

De ce fait, les 9600 bauds que représente la vitesse de transmission de la ligne, n'ont qu'une capacité utile inférieure à 4800 bauds.

4.3.2. Déformatage des données

En réception, le processus inverse est appliqué.

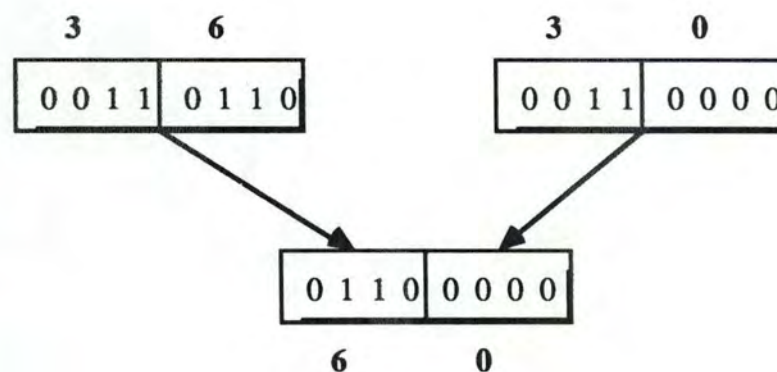


Fig 3.14. : Principe de conversion d'ASCII en binaire

ETX est éliminé. Les caractères restants sont convertis en binaire. Le LRC est calculé à nouveau, puis est comparé avec celui de la trame. S'il est correct, les données sont isolées et transmises au programme d'application.

Les critères de rejet d'un paquet sont les erreurs de parité, le LRC incorrect, une longueur réelle des données différentes de celle fournie dans l'entête.

Le mode de transmission est half-duplex. Avant chaque nouvel envoi d'une commande, une réponse est attendue. Une commande représente donc un ordre adressé au microprocesseur de la carte ou encore un accès à un périphérique donné. Si le (dé)formatage des données est réalisée par le programme d'application, la commande externe "ordre transparent" du lecteur est activée.

5. Conclusions

Vu le nombre d'applications possibles offertes par le site universitaire, il est clair que l'intégration de ces services sera plus aisée, plus efficace et plus adaptée sur la carte à mémoire hiérarchique. Les différents services (le dossier portable, la bibliothèque, le restaurant universitaire,...) cohabiteraient dans la même carte. Cependant, si l'on se limite à un service particulier (deux au maximum) ou si certaines précautions sont prises, la carte munie d'une organisation simple de sa mémoire reste tout à fait acceptable.

Mais, la petite taille de la mémoire laissée à l'application, interdit les utilisations où les données sont intensivement modifiées.

L'aspect sécurité n'est pas celui qui est privilégié, mais il n'est pas non plus ignoré. L'identification éventuelle du porteur se fait par la clé porteur, celle de la carte par la clé émetteur. A la personnalisation, nous pourrions demander les mêmes clés émetteurs pour la carte et la carte application. Une carte fraudée serait facilement détectée. Le développement d'une application nécessite une interface qui permette de gérer une carte à puce au départ du langage de programmation de l'application. Ceci exige une connaissance approfondie du protocole de transmission des données.

Enfin, Les notions de polyvalence et de multi-services sont bien adaptées à l'application du dossier portable étudiant.

Chapitre 4

DEVELOPPEMENT

Dans ce chapitre, nous décrirons d'abord le fichier central des Facultés, puis nous verrons comment l'exploiter. Ceci nous permettra de clarifier l'origine du contenu du dossier portable étudiant.

Une deuxième partie sera consacrée au développement du logiciel. Nous expliquerons les fonctionnalités de ce dernier et la manière dont il les réalise. Par ce biais, nous étudierons la gestion du dossier portable étudiant sur la carte à microprocesseur.

Enfin, une simulation illustrera le résultat final que le logiciel doit atteindre.

1. Le fichier central des Facultés

1.1. Description

L'informatisation au sein des Facultés assure un suivi plus étroit du cursus et de l'orientation de l'étudiant. Ainsi, les besoins et demandes des services administratifs et académiques sont rapidement satisfaits. La gestion des tâches propres au secrétariat de Faculté nécessite une informatisation décentralisée (plus

précisément la création de fichiers pédagogiques avec des informations complémentaires au fichier central).

La décentralisation opérée entre le secrétariat central et les autres services n'autorisent ces derniers qu'à une action consultative sur la base de données, et cela pour des raisons évidentes de sécurité et de protection. Seul le secrétariat central a la possibilité de modifier l'ensemble des fichiers de la base de données. Néanmoins, n'importe quel service peut accéder au dossier de tout étudiant.

La base de données ou le fichier central est constitué de trois catégories de fichiers : les fichiers de base, les fichiers externes et les fichiers académiques.

Décrivons brièvement chacun des fichiers.

1.1.1. Fichiers de base

Ils regroupent l'ensemble des informations concernant les étudiants inscrits ou ayant été inscrits aux Facultés.

- a. Le fichier Etudiant* : Il contient les renseignements relatifs aux étudiants inscrits actuellement aux Facultés. Il s'agit d'un fichier séquentiel indexé sur le numéro interne. Ce fichier est indispensable pour l'application, car il est la base du dossier étudiant portable.
- b. Le fichier Inscription* : Ce fichier reprend toutes les inscriptions de chaque étudiant inscrit au moins une fois aux Facultés depuis l'année 1905. Chacun d'eux est identifié par une série de quinze chiffres. Au 15 Septembre de chaque année académique les données sur l'année académique courante du fichier Etudiant sont automatiquement écrites dans le fichier inscription.

c. Le fichier Inscription libre : Ce fichier concerne les étudiants libres de l'université. La structure et le code d'accès à chaque élément du fichier est du même type que celui du fichier Inscription.

Aux côtés des fichiers de base, les fichiers externes et académiques répertorient les correspondances chiffrées des diverses informations susceptibles de se présenter dans un dossier étudiant.

1.1.2. Fichiers externes

Les données extérieures à l'université sont regroupées dans cette catégorie de fichier.

a. Fichier Pays : ce fichier contient tous les pays du monde. Le code de chaque pays est composé de trois chiffres. Il y en a environ 165.

b. Fichier Commune : ce fichier contient l'ensemble des communes belges.

c. Fichier Université : ce fichier contient la liste des universités. Le code de chaque université est composé de deux chiffres.

d. Fichier Etablissement : ce fichier contient l'ensemble des établissements secondaires en Belgique. Chaque établissement est identifié par quatre chiffres.

e. Fichier Humanité : ce fichier contient les divers types d'humanité que l'on peut effectuer en Belgique. Les types d'études sont codés sur deux chiffres.

1.1.3. Fichiers académiques

Il s'agit de fichiers qui contiennent des renseignements propres aux Facultés.

- a. *Fichier Programme-année* : Ce fichier contient l'ensemble des caractéristiques des programmes pour chaque année académique. Le code d'un programme est composé de neuf chiffres
- b. *Fichier Académique* : Ce fichier contient des informations relatives à chaque année académique (comme le montant du minerval, les dates des vacances, le premier numéro interne libre pour un étudiant, ...). Le code d'une année académique est son millésime.
- c. *Fichier Programme* : Ce fichier contient les divers programmes proposés par les différents instituts des Facultés, ainsi que les diplômes correspondants de type légal ou non. Un programme est identifié par une série de 5 chiffres

1.2. Exploitation

La base de données est exploitée par le programme de gestion administratif. Afin de situer l'intégration de la carte à microprocesseur, nous allons préciser le menu qu'offre le programme de gestion.

Le menu est composé de cinq points particuliers où des sous-menus peuvent apparaître. Nous décrirons uniquement l'architecture centrale. Les sous-points sans intérêt pour notre dossier portable étudiant ne sont pas cités

Un menu complet est présenté à la fin de ce chapitre dans le point simulation.

1. Mise à jour et applications de la base de données

- a. FDI (sous-menu).

- b. Données courantes (sous-menu)
- c. inscription
- d. suppression d'un étudiant
- e. consultation fiche-étudiant
- f. statistiques programmes/années

Ce premier point définit les actions nécessaires pour gérer la base de données. L'ajout d'un étudiant, la suppression, l'encodage des données ou la mise à jour des fichiers sont accessibles par des sous-menus éventuels. Un curriculum vitae de l'étudiant peut être aisément créé par la consultation de fiche-étudiant.

Cette partie intégrera la possibilité de consulter une carte étudiant à microprocesseur (voir simulation).

2. Liste (exploitation de la base de données).

Selon l'information sur laquelle nous désirons inférer, nous pouvons obtenir une liste d'étudiants obéissant à un critère donné. Les étudiants ainsi répertoriés appartiennent au fichier Etudiant. Ils sont donc actuellement inscrits aux Facultés.

3. Edition (documents spéciaux)

- Bulletin d'inscription au cours
- Attestation de scolarité pour
 - la mutuelle
 - l'abonnement scolaire
 - la milice
 - les allocations familiales
- Bulletin d'inscription aux examens
- Demande de paiement du minerval

- Demande de paiement des frais d'inscription aux examens
- Etiquettes auto-collantes avec adresses

Les attestations sont nominatives pour l'ensemble des étudiants qui ont payé le minerval et sont en règle au niveau administratif. Cependant, certains documents comme l'abonnement scolaire et la mutuelle sont envoyés chez les étudiants à la seule condition que l'étudiant soit inscrit à l'université. Aux dates prédéterminées, la plupart de ces attestations sont réalisées de manière systématique.

4. Statistiques

- par population
- par réussite
- établissement secondaire
- géographie (distribution des étudiants dans le pays)

Des tableaux classifient l'ensemble des étudiants inscrits dans une Faculté selon le sexe, la nationalité, par promotion ou d'après le nombre de boursiers par classe. Certains écrans de statistiques (comme le tableau de répartition des étudiants par programme d'étude) sont créés à l'avance et n'ont pas à être recalculé à chaque appel.

5. Divers

Ce sont des actions de gestion de la base de données qui sont exécutées automatiquement une fois par an.

- Fondation universitaire : synthèse des étudiants inscrits au premier Février de l'année académique courante.
- Réinscription : inscription des étudiants qui ne sont pas en fin de cycle aux FNDP.
- Passage d'année : détruit l'inscription courante du fichier Etudiant et l'archive dans le fichier Inscription.

2. Dossier portable étudiant

2.1. Fonctions à réaliser avec le système existant

Les fonctions à concevoir sont communes à toutes les entités premières. Après le paiement du minerval, des frais d'examens de 1^o et 2^o session, ou encore sur convocation, l'étudiant se présente muni de sa carte à puce au secrétariat central ou au secrétariat de sa Faculté. Ce dernier lit le contenu de la carte. Les informations sont alors comparées avec l'enregistrement du fichier Etudiant. L'opération de lecture du fichier central est autorisée pour toutes les entités premières et ce sans restriction aucune.

Les modifications détectées lors de la comparaison sont enregistrées sur la carte microprocesseur. Son contenu reflète fidèlement à tout moment celui du fichier Etudiant. Finalement, la carte est remise à l'étudiant. Nous avons décrit ces fonctions par un schéma E-A.

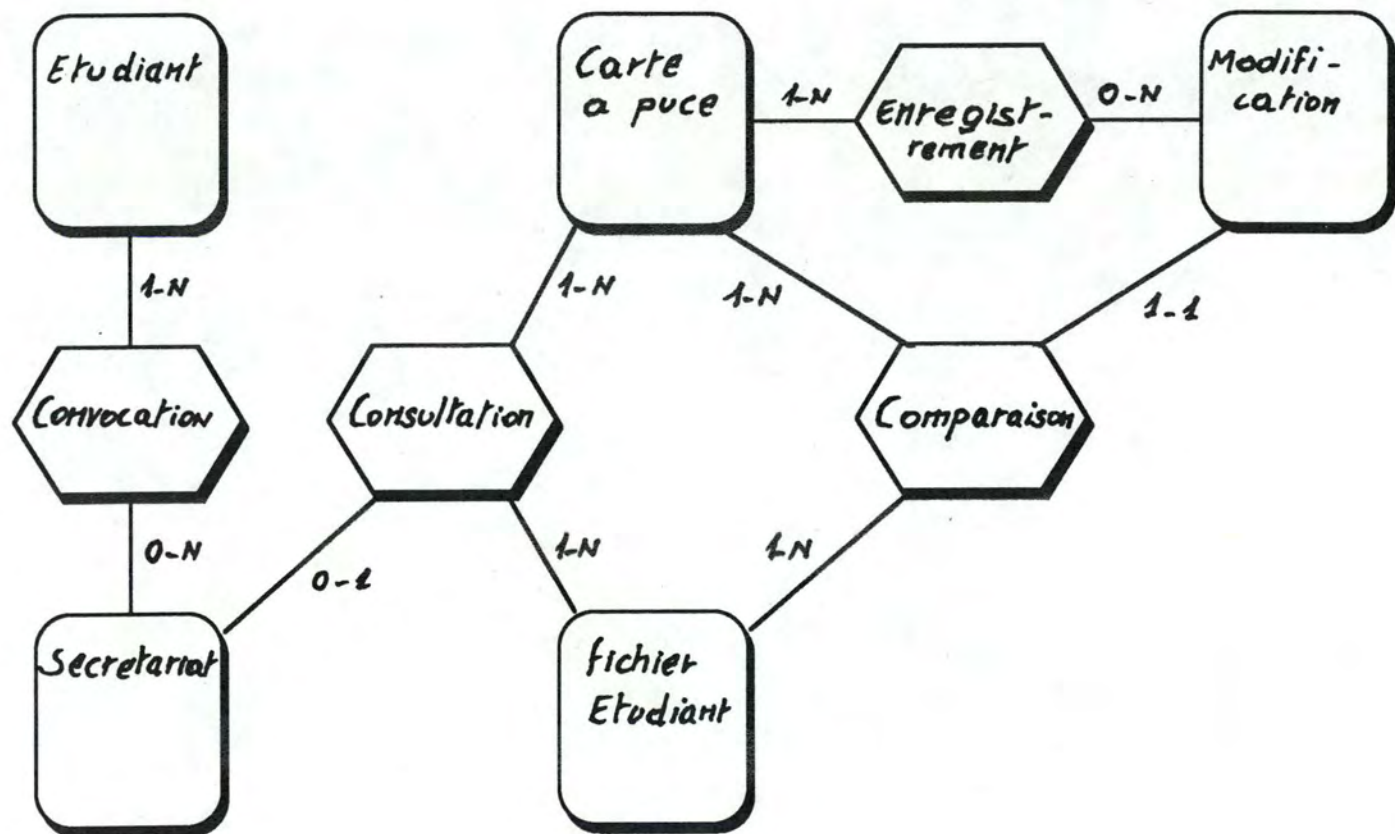


Fig. 4.1.: Schéma E-A

Ces fonctions s'intégreront dans le menu proposé par le système actuel de gestion de chaque secrétariat. Un nouveau point "consultation carte étudiant".sera élaboré dans la partie mise à jour. A ce moment, le seul fait de lire le contenu de la carte provoquera une mise à jour automatique de celui-ci.

Un des critères essentiels sur lequel se base l'analyse est la portabilité de la carte. Les informations qui y sont stockées doivent être lisibles et compréhensibles par un maximum de personnes.

Cependant, cette portabilité limite davantage la capacité utile de la carte, déjà peu élevée. Il peut arriver que certaines données (comme le pays ou la nationalité) soient représentées par un code. Afin de ne pas alourdir la gestion de la carte, ces codes ont été laissés tels quels. Sinon, le programme d'application devrait consulter régulièrement le fichier de conversion adéquat (fichier Pays pour pour le code pays par exemple, et ainsi de suite).

Les informations du fichier Etudiant ne sont pas toutes indispensables à l'établissement du dossier portable étudiant. Aussi avons-nous opéré quelques sélections.

2.2. Fonctionnalités du logiciel

Avant de détailler l'architecture logique, nous préciserons brièvement les principes d'utilisation et les fonctionnalités que le logiciel propose. Ces fonctionnalités seront d'ailleurs à la base de l'élaboration des modules.

Le logiciel est conçu pour permettre l'exploitation de la carte pendant sa vie active. Il couvre les domaines suivants :

1. la communication entre le programme de gestion administratif et l'application.
2. la gestion des informations sur la carte.

3. les changements d'état de la carte.
4. la sécurité de l'application.

2.2.1. La communication entre le programme de gestion et l'application

Dans chaque secrétariat se trouve un micro-ordinateur émulé comme terminal du Vax.. Le programme de gestion tourne sur le Vax tandis que l'application est conçue sur un micro-ordinateur relié à un lecteur-encodeur.

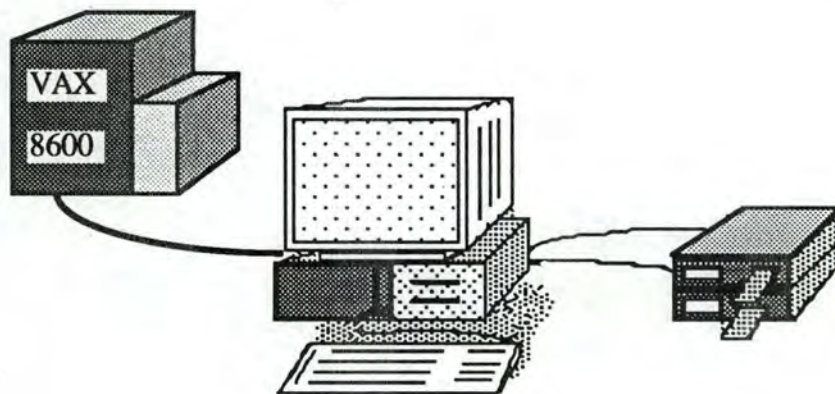


Fig. 4.2. : Architecture globale

Cette configuration n'est pas aisée à réaliser. L'application doit se dérouler au sein du programme de gestion. Il est impossible de quitter cet environnement, puis d'y revenir. De plus, la transparence et la convivialité qui existent actuellement pour chaque secrétariat doivent être conservées.

Le problème est d'intégrer correctement le logiciel dans le programme de gestion. Plusieurs stratégies sont possibles.

Si le programme d'application est stocké sur le Vax, il opérera comme une fonctionnalité du programme de gestion. Cependant, les différents périphériques (lecteur, imprimante) connectés au terminal devront être reconnus par le Vax.

Si le programme d'application est enregistré sur le micro-ordinateur (sur disquette ou disque dur), il n'est plus nécessaire de signaler au Vax les périphériques du micro-ordinateur.

Dans ce cas, le programme de gestion appellera une primitive DCL qui se trouve sur le Vax. Les objectifs de cette primitive sont les suivants :

1. Lire les enregistrements du fichier Etudiant
2. Constituer un fichier avec cet enregistrement
3. Transférer le fichier sur le micro-ordinateur (par Kermit par exemple)
4. Exécuter le programme d'application
5. Transférer vers le Vax le fichier constitué à partir de la carte par le programme d'application.
6. Reconstituer la structure des données de ce fichier, perdue lors du transfert.
7. Lire le contenu du fichier et l'afficher à l'écran comme s'il s'agissait d'un enregistrement du fichier Etudiant

Les notions de transparence et de convivialité sont présentes dans ce dernier point. L'utilisateur garde les mêmes écrans et ne se "doute" pas des opérations de transfert. Notons que les trois premiers points ne sont pas exécutés dans le cas d'une simple consultation de la carte à microprocesseur.

Finalement, la primitive elle-même peut-être totalement conservée sur le micro-ordinateur. Le programme de gestion déclenchera son exécution comme s'il appelait un serveur de fichier installé sur son réseau.

2.2.2. La gestion de l'information sur la carte

La gestion de l'information sur la carte est la base du programme d'application. Cette partie réalise le traitement complet des données. Son rôle a d'ailleurs été mis en évidence par le point précédent. Il reçoit, éventuellement, un fichier de données du Vax qui lui permet de déceler les modifications. Il constitue à partir des informations de la carte un nouveau fichier. Il gère également la zone de transaction de la carte. Les fonctions se résument donc par lire, écrire et mettre à jour le contenu de la carte.

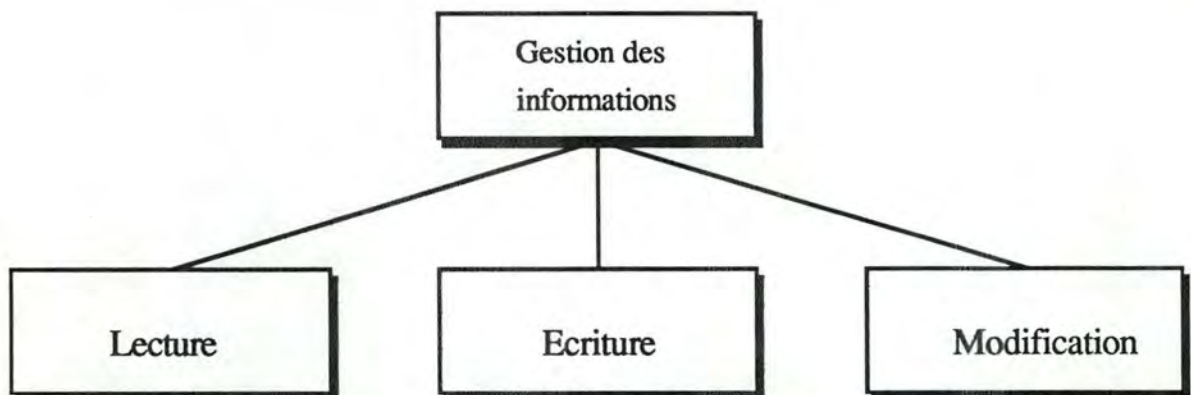


Fig. 4.3. : Gestion des informations de la carte

2.2.3. Les changements d'état de la carte

Le programme d'application peut provoquer trois types de changements d'état pour une carte : le déblocage, l'invalidation et le changement de clé porteur.



Fig. 4.4. : Changements d'état de la carte

2.2.4. la sécurité de l'application

Il est entendu qu'un minimum de sécurité dans l'application serait le bienvenu. Celui-ci peut être assuré par la reconnaissance de l'utilisateur du programme (en l'occurrence la secrétaire), l'identification de la carte étudiant et de son porteur.

Notons enfin que le programme d'application réalisé ne prend pas en charge les changements d'état de la carte, ni les échanges entre le Vax et le micro-ordinateur émulé comme terminal. Le but du logiciel est l'établissement d'un dossier étudiant sur une carte à microprocesseur.

2.3. Conception d'une architecture logique.

Structurer un système de manière hiérarchique revient à organiser celui-ci en niveaux différents et ordonnés. L'ordre est obtenu lors de la conception des composantes ou par la volonté de restreindre les inter-relations possibles entre les niveaux.

2.3.1. Choix de la hiérarchie

L'architecture logique du logiciel est composée de modules reliés entre eux par une relation de type "*Utilise*".

Une relation de type "*Utilise*" entre deux modules A et B exprime le fait que le fonctionnement correct du module A dépend de la disponibilité d'une version correcte du module B. L'emploi d'une telle relation permet de définir des niveaux tels que :

- Au niveau 1, se trouvent les modules A pour lesquels il n'existe pas de modules B tels que B utilise A.
- Au niveau i, se trouvent les modules A pour lesquels:
 - il existe un ou plusieurs modules B de niveau i-1 tels que B utilise A.
 - s'il existe un module C tel que A utilise C, alors C est de niveau supérieur à i.

L'intérêt de cette hiérarchie est multiple : les redondances fonctionnelles sont éliminées; ce qui évite que deux composantes ne réalisent le même travail. Les modules sont entièrement précisés à l'utilisateur par leurs spécifications externes. Ainsi, l'élaboration des modules et la construction des tests sont susceptibles d'être factorisés. De plus, un niveau se testera par fragments lorsque tous les niveaux inférieurs auront été testés. Dans l'optique d'un sous-système utile, il suffira de se concentrer sur les modules impliqués en respect de la hiérarchie choisie.

2.3.2. Graphe de l'architecture logique

La coordination entre les différents modules de la hiérarchie est assurée par un programme coordinateur inclus dans le logiciel.

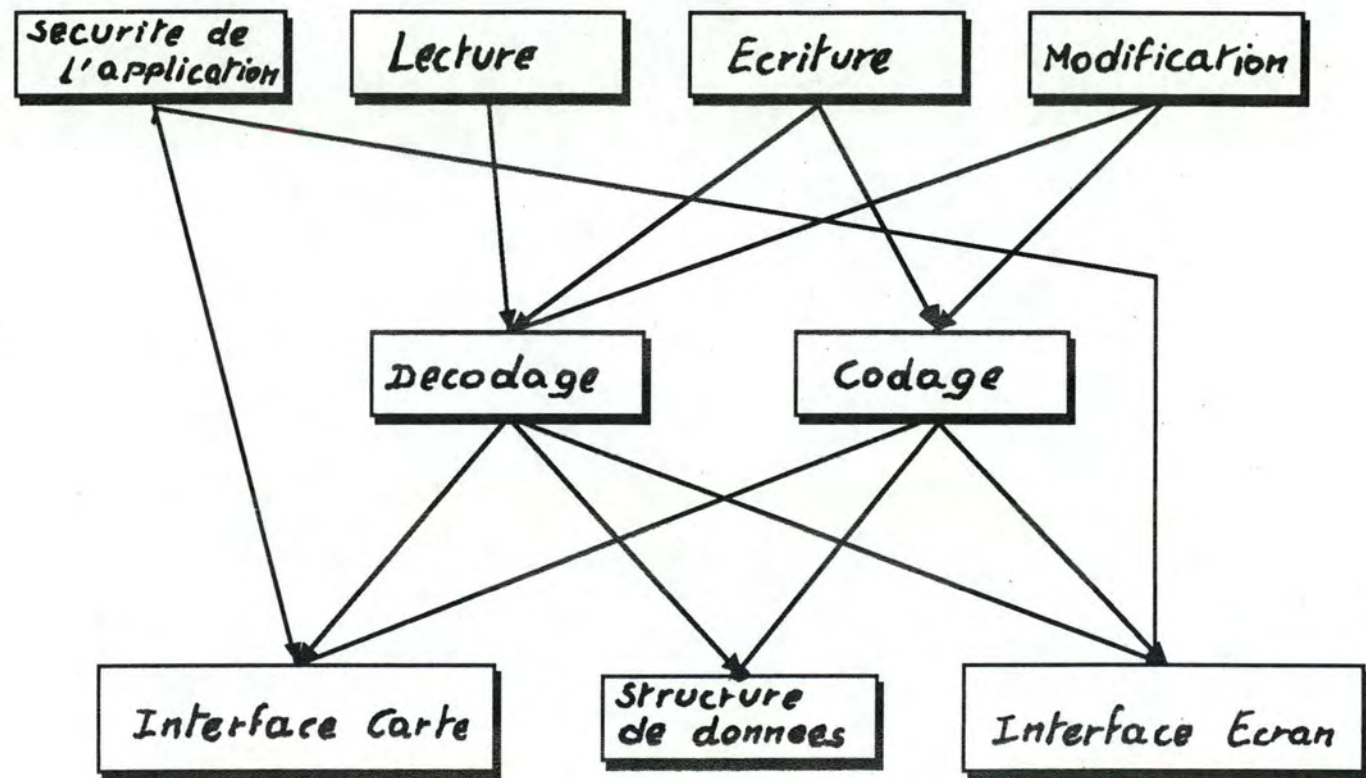


Fig. 4.5 : Architecture logique du logiciel

2.4. Description des modules

Les modules du dernier niveau sont formés par regroupement des fonctions à réaliser. Ces fonctions ont été décrites dans le point précédent. Tel qu'il est conçu, le logiciel ne couvre pas tous les aspects des changements d'état de la carte. En effet, des fonctions comme le changement de clé porteur dépendent très peu des services pour lesquels la carte est utilisée.

2.4.1. Module Interface carte

Il constitue la "boîte à outils" du programme d'application. Ce module permet aux autres modules de dialoguer avec le lecteur-encodeur. Il cache au reste du programme le protocole de communication du lecteur-encodeur avec la carte. Le module offre aussi des primitives de manipulation et d'accès aux mémoires de la carte.

2.4.2. Module Interface écran

Ce module gère la présentation des entrées et des sorties. Par entrées, nous entendons la saisie des données et le gestion des écrans. La sortie génère l'affichage standard des messages et des commentaires.

Le module réalise également les contrôles syntaxique et sémantique. Il vérifie que les informations du fichier de données sont conformes à la structure d'un article du fichier Etudiant.

2.4.3. Module Structure de données

Le module gère la représentation des données de manière à la rendre la plus dynamique possible. Il fournit aux autres modules des opérations sur les structures de données et cache ainsi les choix sous-jacent à l'implémentation.

2.4.4. Module Codage

Ce module transforme les informations qui lui sont remises par les modules de niveaux supérieurs, en gardant la même représentation de données. Il s'agit d'un outil destiné à minimiser l'encombrement des informations avant leur stockage sur la carte à microprocesseur.

2.4.5. Module Décodage

Le module effectue les transformations inverses du module précédent. Il reconstitue les données après les avoir décodées. Puis, il les transmet aux modules de niveaux supérieurs.

2.4.6. Module Lecture

Ce module lit les informations de la carte grâce aux primitives offertes par le module "interface carte". Ces informations lui sont remises par le module "Structure de données" dans un format spécifique. Après que les données aient été décodées, il les transmet à l'utilisateur qui les reçoit via le module "interface écran".

2.4.7. Module Ecriture

Ce module lit les informations concernant un étudiant donné dans le fichier constitué à partir du fichier Etudiant, grâce au module "Interface écran". Les données sont ensuite codées et le module réalise leur enregistrement dans la zone de transaction de la carte.

2.4.8. Module Modification

Ce module compare les informations du fichier étudiant avec le contenu de la carte. Les modifications décelées seront codées, puis enregistrées sur la carte.

2.4.9. Module Sécurité de l'application

Le module assure la sécurité de l'application. Il repose principalement sur l'identification de l'utilisateur de la carte, de son porteur et de l'utilisateur de l'application

2.5. Spécifications externes des modules

Les modules de la hiérarchie sont des modules de traitement à l'exception du module de "Structure de données" qui est un module de données (type abstrait). Un module ne constitue pas forcément une unité d'exécution pour une machine réelle mais bien pour une machine abstraite.

La spécification d'un module de traitement est caractérisé par :

1. La description rapide du module
2. La description des arguments du module
3. La spécification des pré-conditions, que les arguments doivent vérifier pour que le module produise le résultat attendu.
4. La description des résultats du module.
5. La spécification des post-conditions, que les résultats doivent vérifier après l'exécution du module.

La spécification d'un type abstrait de données comporte deux parties :

1. La description du type abstrait

2. La spécification des opérations réalisables sur ce type abstrait (la spécification d'une opération est identique à la spécification du module de traitement).

1. Interface carte

Ce module est constitué des primitives qui implémentent les différentes commandes externes du lecteur-encodeur. Pour plus de détails, le lecteur intéressé consultera (13).

2. Interface écran

2.1. Tester l'existence d'un fichier

Fonction : vérifier la présence d'un fichier dans un support donné

Arg : Nomfich

Pré : _

Res : RC

Post : RC a pour valeur

0 : le fichier est présent sur le support

1 : le fichier n'est pas présent

2.2. Tester un caractère

Fonction : tester que le caractère frappé appartient bien à la gamme de valeurs autorisées

Arg : CAR

Pré : _

Res : RC

Post : RC a pour valeur

0 : le caractère est correct

1 : le caractère n'est pas correct

2.3. Tester un chiffre

Fonction : tester que le caractère frappé est bien un chiffre

Arg : CAR

Pré : -

Res : RC

Post : RC a pour valeur

0 : le caractère est un chiffre

1 : le caractère n'est pas un chiffre

2.4. Ecran

Fonction : réaliser un écran muni d'un cadre, d'un titre et de commandes

Arg : titre

Pré : _

Res : _

Post : _

3. Structure de données

Un enregistrement est un ensemble de champs regroupés sous un seul nom ENREG ou ENREG1 : il peut être représenté de la manière suivante.

Nom d'enregistrement (nom de champ : type de champ; ... ; nom de champ, type de champ)

La différence entre ENREG et ENREG1 trouve son origine dans l'implémentation. ENREG1 est un enregistrement adapté aux caractéristiques physiques de la carte.

3.1. Affichage d'un enregistrement à l'écran

Fonction : afficher à l'écran le contenu d'un enregistrement ENREG de type TE.

Arg : TE, ENREG

Pré : TE est un type d'enregistrement existant
ENREG est un enregistrement de type TE.

Res : _

Post : _

3.2. Lecture d'un enregistrement dans un fichier

Fonction : lire l'enregistrement courant de type TE dans le fichier FICH

Arg : TE, FICH

Pré : TE est un type d'enregistrement existant
FICH est un nom de fichier ouvert en lecture.

Res : ENREG, RC

Post : RC a pour valeur

0 : l'enregistrement courant n'est pas de type TE

1 : fin de fichier

3.3. Ecriture d'un enregistrement dans un fichier

Fonction : écrire l'enregistrement ENREG de type TE à la fin du fichier FICH.

Arg : TE, ENREG, FICH

Pré : TE est un type d'enregistrement existant
ENREG est un enregistrement existant et son type est TE.
FICH est un nom de fichier ouvert en lecture.

Res : _

Post : _

3.4. Création d'un enregistrement ENREG

Fonction : réserve en mémoire centrale la place mémoire nécessaire pour un enregistrement ENREG de type TE.

Arg : TE

Pré : TE est un type d'enregistrement existant

Res : ENREG

Post : ENREG est un enregistrement de type TE.

3.5. Création d'un enregistrement ENREG1

Fonction : réserve en mémoire centrale la place mémoire nécessaire pour un enregistrement ENREG1 de type TE1.

Arg : TE1

Pré : TE1 est un type d'enregistrement existant

Res : ENREG1

Post : ENREG1 est un enregistrement de type TE.1

3.6. Destruction d'un enregistrement

Fonction : libère la place mémoire occupée par un enregistrement ENREG (ENREG1) de type TE (TE1)

Arg : TE, ENREG (TE1, ENREG1)

Pré : TE (TE1) est un type d'enregistrement existant

ENREG (ENREG1) est un enregistrement de type TE (TE1)

Res : _

Post : _

4. Codage

4.1. Compacter les caractères identiques consécutifs

Fonction : réduire la place occupée par plusieurs caractères identiques successifs

Arg : TE, ENREG

Pré : TE est un type d'enregistrement existant.

ENREG est un enregistrement de type TE.

Res : ENREG

Post : ENREG est un enregistrement de type TE où il n'y a plus de caractères identiques consécutifs.

4.2. Coder un enregistrement

Fonction : transformer un ENREG1 de type TE1 en un autre qui peut être écrit sur la carte à microprocesseur.

Arg : TE1, ENREG1

Pré : TE1 est un type d'enregistrement existant.

ENREG1 est un enregistrement de type TE1

Res : ENREG1, TE1

Post : TE1 est un type d'enregistrement existant.

ENREG1 est un enregistrement de type TE1 et contient les modifications nécessaires à l'écriture sur la carte.

5. Décodage

5.1. Décompacter les caractères répétitifs

Fonction : réécrire explicitement les caractères compactés qui se trouvent dans un ENREG de type TE.

Arg : TE, ENREG

Pré : TE est un type d'enregistrement existant.

ENREG est un enregistrement de type TE

Res : ENREG, TE

Post : TE est un type d'enregistrement existant.

ENREG est un enregistrement de type TE où les caractères identiques consécutifs sont explicitement écrits.

5.2 Décoder un enregistrement

Fonction : décoder un ENREG1 de type TE1 lu sur la carte en un enregistrement ENREG de type TE

Arg : TE1, ENREG1

Pré : TE1 est un type d'enregistrement existant

ENREG1 est un enregistrement de type TE1

Res : ENREG, TE

Post : TE est un type d'enregistrement existant.

ENREG est un enregistrement de type TE dont le contenu est décodé.

6. Lecture

6.1 Fusionner deux enregistrements

Fonction : intégrer un enregistrement ENREG' de type TE dans un enregistrement ENREG de type TE.

Arg : TE, ENREG, ENREG'

Pré : TE est un type d'enregistrement existant.

ENREG, ENREG' sont des enregistrements de type TE qui ne contiennent pas de caractères compactés.

Res : ENREG

Post : ENREG est un enregistrement de type TE qui contient un enregistrement ENREG' de type TE

6.2. Compléter un enregistrement

Fonction : compléter un enregistrement ENREG de type TE de façon à le rendre semblable à un enregistrement du fichier Etudiant.

Arg : TE, ENREG

Pré : TE est un type d'enregistrement existant.

ENREG est un enregistrement de type TE. qui ne doit plus posséder de caractères compactés.

Res : ENREG

Post : TE est un type d'enregistrement existant.

ENREG est un enregistrement de type TE et est comparable à un enregistrement du fichier Etudiant.

7. Ecriture

7.1. Adopter un enregistrement au format d'écriture de la carte

Fonction : A partir d'un enregistrement ENREG de type TE, il génère des enregistrements ENREG1 de type TE1 qui sont adaptés au format spécifique de la carte à microprocesseur.

Arg : TE, ENREG

Pré : TE est un type d'enregistrement existant.

ENREG est un enregistrement de type TE.

Res : ENREG1, TE1

Post : TE1 est un type d'enregistrement existant.

ENREG1 est un enregistrement de type TE1.

8. Modification

8.1 Comparer un enregistrement

Fonction : détecter les différences entre deux enregistrements ENREG et ENREG' de type TE.

Arg : TE, ENREG, ENREG'

Pré : TE est un type d'enregistrement existant.

ENREG et ENREG' sont des enregistrements de type TE et ne doivent pas avoir de caractères compactés.

Res : ENREG"

Post : ENREG" est un enregistrement de type TE qui contient le résultat de la comparaison.

9. Sécurité de l'application

Le module est constitué par les primitives d'identification du porteur et de la carte.

9.1. L'identification du porteur

Fonction : identifier l'utilisateur du programme d'application par la clé porteur de la carte application et identifier le porteur de la carte étudiant par une autre clé porteur.

Arg : clé porteur

Pré : _

RES : RC

Post : RC a pour valeur

0 : la clé présentée est correcte

1 : il n'y a pas de carte dans le lecteur-encodeur

2. la zone d'accès a enregistré la présentation d'une clé porteur fausse.

3. la zone d'accès a enregistré la présentation de deux clés porteurs fausses

- 4. la carte est bloquée
- 5. la zone d'accès est saturée.

9.2 L'identification de la carte

Fonction : identifier la carte de l'étudiant par comparaison avec la clé émetteur de la carte application

Arg : clé émetteur primaire

Pré : la clé émetteur est celle de la carte employée par l'utilisateur du programme d'application.

Res : RC

Post : RC a pour valeur

- 0 : la clé présentée est correcte
- 1: il n'y a pas de carte dans le lecteur-encodeur
- 2. la carte est bloquée.
- 3. la zone d'accès est saturée.

2.6. Description des sous-systèmes utiles

Un sous-système utile est un ensemble de primitives qui constitue une fonctionnalité du logiciel. Le programme d'application réalise quatre fonctions : d'une part la lecture, l'écriture et la modification de la carte à microprocesseur. D'autre part, il assure la sécurité de l'application. A chacune de ces fonctions correspondra un sous-système utile. Sa description clarifiera les propriétés d'une carte à microprocesseur munie du masque MA et décrite précédemment.

Avant de détailler ces sous-systèmes, remarquons que les structures de base des données sont des listes chaînées de string de longueur 255 et 56. Le nombre 255 est spécifique au langage de programmation (Turbo Pascal) dans lequel a été

écrit le logiciel. Tandis que la valeur 56 est sous-jacente aux caractéristiques physiques de la carte. La structure ainsi réalisée s'avère très dynamique.

2.6.1 L'écriture

Le but du sous-système utile "écriture" est d'écrire des informations sur la carte.

Le module reçoit une liste chaînée de longueur maximale (255) qui contient les informations sélectionnées dans le fichier constitué à partir du fichier Etudiant stocké sur le Vax.

Afin de réduire la place, nous compactons les caractères identiques successifs. Il s'agit exclusivement du caractère "Space". Le format du compactage est le suivant :

"*" Nombre en binaire de caractères successifs"*

Ce codage n'est intéressant que s'il y a plus de trois caractères identiques successifs car nous devons prendre en compte la longueur du format.

La liste chaînée est copiée dans une autre liste chaînée de string de 56 caractères.

En effet, la taille maximale de la partie utile d'un bloc de données en écriture est de 64 caractères. Elle est spécifique au format imposé par le protocole de communication entre le lecteur-encodeur et la carte.

Le dialogue avec le micro-processeur de la carte s'effectue par mots de 4 octets (32 bits), dont 3 bits système. Notre programme utilise 28 bits de données au lieu des 29 restants, pour des raisons de performance et de facilité. Ceci nous autorise à travailler par quartet. Les 28 bits de données représentent 3 caractères complets et la moitié d'un autre.

- Développement -

Au codage, il faut décaler les caractères d'un quartet (à cause des bits système et du 29° bit). Un caractère codé contiendra donc une fois sur deux, la moitié d'un caractère de données et la moitié d'un autre. Dans les autres cas, le caractère sera écrit en clair.

Exemple : Si nous avions voulu enregistrer le string "ABCDEFGG" sur la carte, nous aurions dû prendre le premier quartet des lettres A, B, C, D et le coller au quartet précédent. Dans le second mot, les bits système compense le premier décalage, et les lettres sont écrites telles quelles sur la carte. Le premier mot contiendra bien 4 caractères, mais dont la lecture ne signifie plus rien.

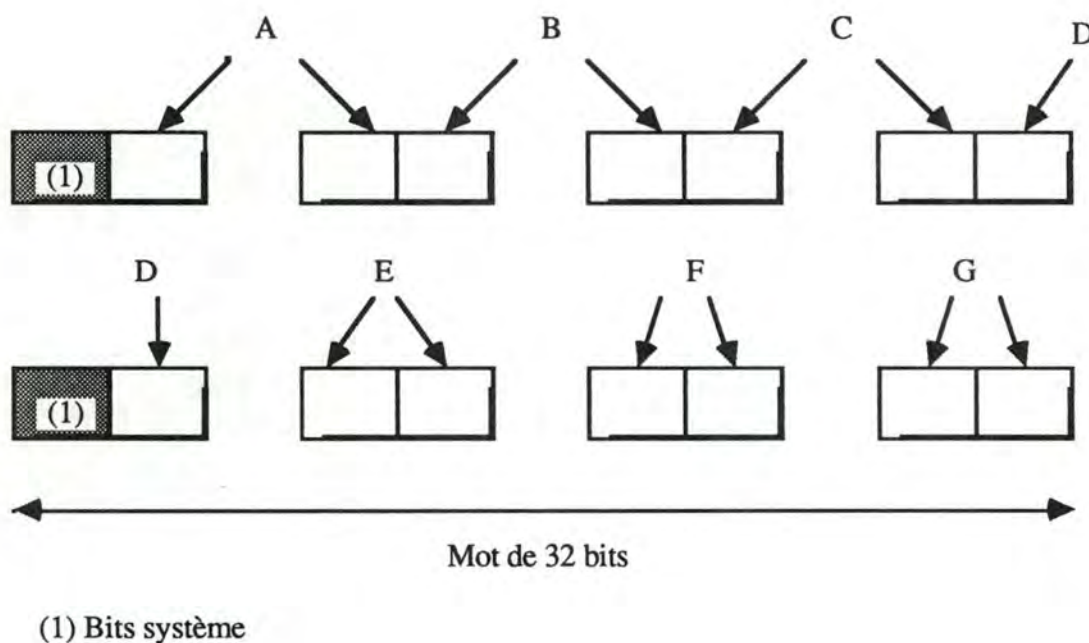


Fig. 4.6. : Principe de codage sur 2 mots

Sur 64 caractères (ou 16 mots de 32 bits), nous avons finalement 56 caractères utiles. C'est la raison pour laquelle la taille de la liste chaînée se limite à cette dernière.

Chacun des éléments de la seconde liste chaînée sera enregistré dans un buffer qui sera envoyé comme information à écrire sur la carte à microprocesseur.

L'optimisation de la mémoire de la carte est réalisée à ce point. Une première possibilité est de récupérer le 29^e bit. Une seconde possibilité serait de ne considérer que les caractères usuels de la table ASCII, lettres majuscules, minuscules et chiffres. Ce qui représente un peu moins de 64 caractères et peut donc être codé sur 6 bits (Norme ISO 6). Dans le cas où ce nombre est insuffisant, nous coderons sur 7 bits (Norme ASCII 7).

Estimons le gain réalisé par cette optimisation. Nous considérons un jeu de 128 caractères (donc 7 bits) au maximum :

Chaque mot de 32 bits contiendra :

- 3 bits systèmes
- 4 caractères (28 bits)
- 1 bit inutilisé

Sur un total de 7 mots consécutifs, nous totaliserons

$$4 * 7 = 28 + 1 = 29 \text{ caractères utiles.}$$

Sans cette optimisation, nous n'aurions que 7 caractères tous les deux mots, c'est-à-dire 24 caractères et demi pour les 7 mots. En codant, nous obtenons un gain considérable de 4 caractères et demi c'est-à-dire près de 20% !

2.6.2. Lecture

L'objectif de ce sous-système utile est de constituer à partir du contenu de la carte un fichier dont la structure est semblable à celle d'un article du fichier Etudiant.

La lecture du contenu de la carte est réalisée par une primitive du module "Interface carte". Le nombre de mots que nous désirons lire, est spécifié en paramètre de cette primitive. Les informations issues de la carte sont enregistrées dans des string de longueur 255. Ces réponses sont construites par le lecteur-encodeur. Les caractères sont décodés, puis stockés au fur et à mesure dans une liste chaînée de longueur 255.

Avant de transmettre les données au programme de gestion, il est important de vérifier si des modifications, des suppressions ou des ajouts ont été effectués sur le contenu de la carte. Nous devons donc repérer ces informations, soit en leur attribuant des parties spécifiques de la zone de Transaction, soit en les distinguant par des codes particuliers.

Cependant, cela ne résoudrait pas encore le problème car il nous faut savoir où opérer les changements sur les données et quels sont ces changements.

Pour ce faire, nous avons appliqué la stratégie suivante : des symboles indiqueront s'il s'agit de modification, suppression ou ajout. Un format spécifique précisera à la fois le début du changement à réaliser et son contenu. Chaque format nécessite un mot de la mémoire.

- Symboles :

* : début des modifications

§ : début des suppressions

! : début des ajouts

- Format :

symbole / position du début du changement dans la liste chaînée
décodée / symbole / changement à réaliser

Avec ce système, toutes les informations peuvent être écrites séquentiellement sur la carte, ce qui évite la réservation et la gestion de parties spécifiques en taille et position de la zone de transaction.

Finalement, lorsque les ajouts sont inscrits dans la chaîne de caractères, nous réalisons les modifications et les suppressions. Les suppressions consistent à remplacer les données par des "Space". Pour créer une structure semblable à celle du fichier Etudiant, il reste à compléter les informations à nouveau par des "Space", en lieu et place des champs qui n'auraient pas été sélectionnés.

Notons que la partie ajout contiendra l'historique des études d'un étudiant aux Facultés Notre Dame de la Paix. Eventuellement, des informations du fichier Inscription parachèveront cette partie.

2.6.3 Modification

Le sous-système utile "Modification" détecte les différences entre le contenu de la carte et un enregistrement du fichier Etudiant. Ces informations sont codées selon le format spécifique des modifications, suppressions ou ajouts. Les éléments sont ensuite écrits dans la zone de transaction de la carte.

Le sous-système a donc dû lire auparavant le contenu de la carte et construire un enregistrement de structure similaire au fichier Etudiant.

2.6.4. Sécurité de l'application

La clé émetteur qui identifiera la carte étudiant est enregistrée dans la zone secrète d'une deuxième carte à microprocesseur. Cet enregistrement est réalisé à la personnalisation des cartes. Pour accéder à la clé émetteur, la clé porteur activée de la seconde carte est requise avant toute utilisation du programme d'application. Ceci permet de reconnaître un "bon" utilisateur. La clé émetteur est ensuite lue et comparée avec celle de la carte étudiant. Eventuellement, l'étudiant présente la clé porteur de sa carte étudiant

Cette clé émetteur servira aussi à valider chaque écriture réalisée sur la carte étudiant. La validation est nécessaire pour détecter le premier mot non validé de la zone de transaction c'est-à-dire le premier mot libre en écriture. Et il s'agit de la seule possibilité!

2.7. Architecture physique

Voici l'enchaînement des différents sous-système utiles.

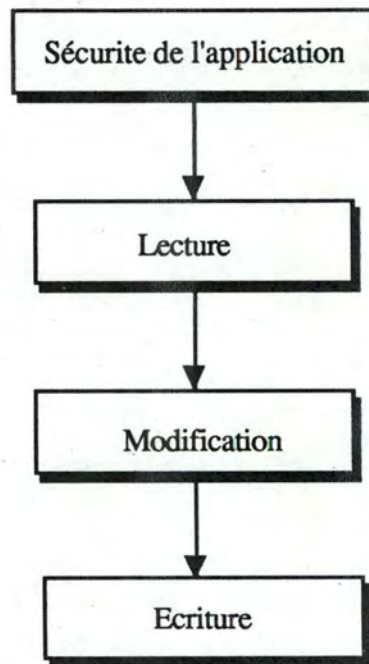


Fig. 4.7. : Architecture physique

2.8. Le programme d'application

Comme nous l'avons vu dans la première partie, la carte à microprocesseur peut être considérée par le système externe comme un périphérique particulier. Cependant, les systèmes externes où se trouvent le logiciel ne perçoivent la carte à microprocesseur qu'au travers du ou des lecteurs-encodeurs auxquels ils sont connectés. Ces lecteurs-encodeurs disposent eux-même d'un microprocesseur et d'un jeu d'instructions propres qui permet aussi bien la gestion du lecteur-encodeur que celle de la carte. Les programmes d'application n'utilisent donc pas les instructions du microprocesseur de la carte mais celles du microprocesseur situé sur lecteur-encodeur.

Or, le format des instructions du lecteur-encodeur n'est compréhensible par aucun interpréteur ou compilateur. Pour développer un programme d'application, il faut donc créer une interface qui permette de gérer une carte à microprocesseur au départ du langage utilisé pour la programmation de l'application. Il faut souligner que la réalisation de cette interface nécessite une connaissance approfondie du protocole de communication avec un lecteur-encodeur et que cette connaissance fait défaut à la plupart des programmeurs.

Les instructions compréhensibles par le microprocesseur du lecteur-encodeur sont de très bas niveau. La gestion des données en est alourdie. Lorsque le porteur désire écrire dans la carte, le programme doit fournir l'adresse du premier mot libre de la zone de la transaction, ce qui nécessite un parcours séquentiel de cette zone. D'autre part, la seule structure de données manipulable est le mot tel qu'il est vu par le microprocesseur de la carte. Dans le programme d'application, il faut coder les informations selon le format défini par le protocole de communication installé sur le lecteur.

Certaines fonctions permettant la gestion d'une carte dépendent très peu du ou des services pour lesquels la carte est utilisée. Le déblocage de carte, le

changement de clé porteur, la personnalisation sont des exemples typiques de telles fonctions. Ces fonctions se retrouvent dans la plupart des programmes d'application. Le jeu des instructions du microprocesseur ne comprend malheureusement pas d'instructions réalisant directement ces fonctions. Lors du développement de tout programme d'application, un temps considérable est donc perdu pour la définition et la programmation des fonctions.

Le logiciel qui a été implémenté contient en fait deux programmes distincts. Un premier programme réalise un dossier étudiant portable sur la carte à microprocesseur. L'autre simule la carte par fichier.

Ce dernier constituera dès lors un programme test et nous fournira les exemples d'exécution.

2.8.1. Description de la carte utilisée

La réalisation du logiciel nous a permis de travailler au sein de la société *ASCII*. Les cartes que nous avons utilisées avaient déjà été personnalisées. Nous reprenons ici les principales caractéristiques de ces cartes.

D'abord, l'énumération de la liste des clés de la carte de la zone secrète et de lecture

- Zone secrète

Clé fabrication	E56C72BEAADFE6
clé émetteur	58CEB1CA715101
clé porteur	2656

- Zone lecture

numéro de la carte	047
numéro de série	01E389B0

- Développement -

Un "mapping" de la carte est fourni par une primitive du module "Interface carte" : une description sur l'état de la carte apparaît en premier lieu. Ensuite, la taille et la localisation de chaque zones sont précisées.

Accès sous clé 2A (clé porteur I)

Carte valide

Zone transaction en écriture protégée, lecture libre

Début de Zone 0200h

Nom des Zones	Adresse début	Nombre mots
Zone clé F, 1A/B	0208h	5 mots
Zone secrète	0230h	3 mots
Zone clé 2a/2B	0248h	3 mots
Zone memac	0260h	20 mots
Zone confidentielle	absente	
Zone transaction	0300h	214 mots
Zone libre	09b0h	2 mots
Zone de fabrication	09c0h	6 mots

Les adresses sont exprimées en hexadécimal à partir de l'adresse absolue du début de la zone EPROM. La zone memac est en fait la zone publique de la mémoire.

- Contenu de la zone des Verrous

lock invalidation 1

lock début fabrication 0

Lock fin fabrication 0

Lock clé 1

Nous constatons que ni le verrou d'invalidation, ni le verrou relatif à la présentation de clé fausse n'ont été utilisés. Comme la carte est entrée dans sa phase active, il est normal que les verrous de début et fin fabrication soient positionnés à 0.

2.8.2. Sélection d'informations

La longueur totale d'un enregistrement du fichier étudiant est de 1505 caractères. Vu la taille de la zone de transaction, il est clair que toutes les informations ne peuvent pas être retenues. Nous reprenons en annexe la liste des différents champs que contient un enregistrement du fichier Etudiant. Les noms des champs qui figurent en italique sont ceux qui ont été sélectionnés pour le dossier portable étudiant.

Un tableau de ventilation décrit les informations sélectionnées pour chaque champ.

Nom des champs	Taille	Sélection
Fiche signalétique	322	257
Données familiales	166	-
Etudes secondaires	34	18
Etudes préparatoires	2	2
Etudes supérieures	115	107
Etudes universitaires	113	107
Fondation universitaire	16	16
Données sociologiques	202	-
Année universitaire courante	79	55
Année universitaire prochaine	76	-
Adresse de référence	240	-
Données des années précédentes	80	-
Commentaires	60	-
Total	1505	562

Fig. 4.8. Evaluation des données

2.8.3. Stratégie

La longueur totale des informations sélectionnées est de 564 caractères. Ce qui reste malgré tout excessif. Aussi, avons-nous morcellé les données en une partie "fixe", "ajout" et "modification".

1. La partie "fixe" contient les informations historiques de l'étudiant.
2. La partie "ajout" contient les données de l'année académique courante de chaque année (information administrative).
3. La partie "modification" contient toutes les modifications ou suppressions du contenu de la carte.

Comment se présente la zone de transaction ? L'espace de stockage est de 214 mots de 32 bits. Comme nous codons trois caractères et demi par mot, cela représente 749 caractères enregistrables. Sur cette base, nous évaluerons la disposition des différentes parties dans la zone de transaction. Lorsque nous calculerons le nombre de mots nécessaires pour une partie, nous y incluerons l'entête (1 mot) du format spécifique au type de données.

1. La partie ajout

La partie ajout concerne exclusivement les informations de l'année académique courante. L'enregistrement sur la carte s'échelonne pendant toute l'année.

Au départ, les données disponibles représentent 43 caractères, qui se répartissent de la façon suivante :

Nombre d'inscription :	1
Inscription régulière :	18
Boursier :	1
Numéro de dossier bourse :	6
Réduction minerval :	1
Subsidiable :	1
Famille parmi le personnel :	1
Nombre d'inscriptions libres :	1

Nombre global de cours libres :	2
Nombre global d'examens libres :	4
Montant du minerval :	5
Paielement du minerval :	1
Administrativement en ordre :	1

Ces 43 caractères sont enregistrés sur un total de 14 mots : un mot d'entête et 13 mots de trois caractères et demi utiles chacun. Remarquons qu'avec le même nombre de mots, nous aurions pu enregistrer 45,5 caractères ($13 * 3,5$ caractères). La structure même du mot rend donc inutilisable 2,5 caractères. Elle est à l'origine de perte parfois sérieuse de place mémoire.

Dans le courant de l'année académique, nous ajoutons encore

Montant frais examens 1° session :	5
Paielement frais 1° session :	1
Montant frais examens 2° session :	5
Paielement examens 2° session :	1

soit un total de 12 caractères à écrire en deux fois c'est-à-dire 3 mots à chaque reprise.

Chaque année académique représente donc un ajout de 55 caractères ou de 20 mots au maximum.

2. La partie modification

Quelles sont les informations susceptibles de changer au cours d'une année académique?

- Développement -

L'adresse	83 caractères	25 mots
Le numéro de téléphone	12 caractères	5 mots
L'état civil	1 caractère	2 mots
Le nom du conjoint	30 caractères	10 mots
La nationalité	3 caractères	2 mots
Le numéro national	15 caractères	6 mots

Total :	144 caractères	50 mots
----------------	----------------	---------

Si tous les changements sont effectifs, nous devons assumer une charge de 144 caractères supplémentaires ou de **50 mots**. Notons que les changements ne s'effectueront pratiquement qu'une seule fois. Les suppressions n'ont pas été prises en compte car elles signifieraient un changement de la configuration de l'enregistrement de départ.

3. Le contenu de la partie fixe

La partie fixe est décomposée en plusieurs champs qui ne seront pas nécessairement utilisés.

Données	Global	Sélection	Total
La fiche signalétique	322	257	74 mots
Les études secondaires	34	18	6 mots

En principe, ces **80 mots** figureront sur toutes les cartes étudiants. Les informations suivantes ne sont pas systématiques.

- Développement -

Données	Global	Sélection	Total
Les études préparatoires	2	2	1 mot
les études supérieures	115	107	31 mots
Les études universitaires	113	107	31 mots
Fondations universitaires	16	16	5 mots

Envisageons les différents cas de figures sans impliquer les coûts occasionnés par les modifications : les coûts estimés au départ et le reste de la mémoire disponible sont évalués en mots. Années correspond au nombre d'années d'études pour lesquelles toute l'information peut être enregistrée sur la carte. Souvenons-nous enfin que chaque année académique nécessite 20 mots au maximum.

Possibilités	Coût	Années	Reste
Au sortir d'humanité	60	7	14
Après des études supérieures ou universitaires	91	6	3
Après des études supérieures et universitaires	122	4	12

Tant qu'il n'y a pas de modifications, la place mémoire libre de la carte peut parer à toute éventualité. Ainsi, la carte ne devra pas être remplacée pour un étudiant issu d'humanité et qui effectuerait 7 années d'études au FNDP. De même, pour un étudiant qui aurait déjà à son actif des études supérieures et universitaires et désirerait entreprendre un nouveau cycle de 4 ans.

Mais dans l'ensemble, c'est trop peu pour obtenir une utilisation efficace de la carte car dans le cas le plus défavorable, il faut encore ajouter 50 mots de modifications. Autant dire que la carte est saturée!

Heureusement, notre technique de codage (utilisation de symboles et codage sur 28 bits) permet de gagner environ 40% de place sur les parties fixe et modification. Ce pourcentage est établi lors de l'exécution du logiciel. En effet, la plupart des données n'occupe pas toute la place qui leur est réservée dans le champ.

Au lieu des 211 mots effectifs du cas le plus défavorable, nous aurions eu 127 mots. Dès lors, les 87 mots libres compensent largement le déficit provoqué par la partie modification.

L'application se restreint aux Facultés Notre Dame de la Paix. C'est pourquoi les informations codées ont été laissées telles quelles.

Nous croyons que dans un avenir proche, une étude approfondie du rapport entre universités développera un consensus de standardisation des codifications. L'aspect portabilité de la carte trouvera là sa portée réelle. Pour l'instant, une augmentation sensible de la capacité de la mémoire, permettrait l'enregistrement en clair des données et éviterait ce problème.

2.8.4. Simulation

Ce sont les écrans que devrait voir apparaître la secrétaire lorsque le programme d'application sera intégré entièrement dans le système de gestion

administratif des Facultés. Dès le choix de "consultation étudiant " dans le menu, le contenu de la carte est affiché au terminal. La secrétaire peut ensuite demander la mise à jour de la carte ou l'introduction d'une nouvelle carte avant de regagner le menu principal.

APPLICATION "ETUDIANTS"

MISE A JOUR ET CONSULTATION DE LA BASE DE DONNEES

1	—>	MENU FDI	7	—>	SUPPRESSION D'UN ETUDIANT
2	—>	MENU DONNEES COURANTES	8	—>	CONSULTATION FICHE ETUDIANT
3	—>	MENU INSCRIPTION	9	—>	CONSULTATION CARTE ETUDIANT
4	—>	MENU FICHIERS ACADEMIQUES	10	—>	CONSULTATION STATISTIQUES PA
5	—>	MENU FICHIERS EXTERNES	11	—>	SORTIE DU PROGRAMME
6	—>	MENU ADMINISTRATIF			

TAPEZ LE CHIFFRE CORRESPONDANT A VOTRE CHOIX SUIVI DE LA TOUCHE <RETURN> :

Fig. 4.9. : Affichage du menu principal

3. Conclusion

L'implémentation du logiciel n'a pas été simple. Le niveau des instructions permises par le microprocesseur de la carte n'offre aucune primitive de gestion pour la zone de transaction. De nombreux artifices se sont avérés nécessaires afin de réduire l'importance des données. Un des critères essentiels du codage de l'information fut la portabilité. Aussi, plusieurs optimisations restent-elles possibles. D'autre part, la version du logiciel présentée ici n'est pas complète : en effet le domaine "communication" entre le système Vax ainsi que le lecteur-encodeur et le changement d'état de la carte doivent encore être précisés.

Néanmoins, un dossier étudiant portable a été réalisé sur une carte à microprocesseur! Et nous avons illustré ce que devrait être le résultat final de ce développement. Le problème reste naturellement la capacité de mémorisation de la carte, si plusieurs applications sont prévues.

Toutes ces considérations donnent à réfléchir. La carte à microprocesseur en tant que dossier étudiant portable pose en effet un problème déontologique. Dans quelles mesures peut-on obliger un étudiant à véhiculer son "passé" administratif, scolaire et médical dans sa vie quotidienne? Devra-t-on refuser une inscription aux Facultés à un étudiant qui refuserait de posséder une telle carte étudiant ?

Dans un premier temps, les informations stockées sur la carte sont d'ordre scolaires ou purement administratives, mais la technologie aidant que fera-t-on de la disponibilité supplémentaire de la mémoire? Toutes les portes sont ouvertes, tous les excès sont permis. Qui jouera le rôle d'arbitre?

Cette analyse beaucoup trop sommaire laisse entrevoir la polémique qui devra être engagée à ce sujet.

Chapitre 5

FINANCEMENT

Le coût de l'intégration d'une carte à microprocesseur au sein des Facultés ne sera évalué que dans le cadre du dossier portable étudiant. Nous n'envisagerons pas ici les frais occasionnés par le matériel nécessaire aux applications telles que la bibliothèque, le paiement électronique ou encore le contrôle d'accès aux bâtiments.

La mise en place du nouveau système s'appuie sur deux niveaux. D'abord, la partie hardware qui comprend les lecteurs et les cartes. Puis, la partie software qui concerne les logiciels à réaliser. Nous nous baserons sur l'étude d'opportunité pour établir les besoins de chaque entité attachée à cette application. Ainsi, les secrétariats académiques et le secrétariat central sont les seules entités premières que nous retenons. Les entités secondaires, quant à elles, n'interviennent pas dans la gestion du dossier étudiant portable. Le choix du matériel et l'estimation du coût global, qui en découle, seront déterminés grâce à l'expérience acquise au contact de la société *ASCH*.

1. Niveau hardware

Toutes les informations utiles au dossier étudiant sont enregistrées dans la base de données du système de gestion administratif. Celle-ci est installée sur un système Vax 8600, auquel sont connectés les secrétariats cités précédemment. Ils disposent chacun d'au moins un terminal.

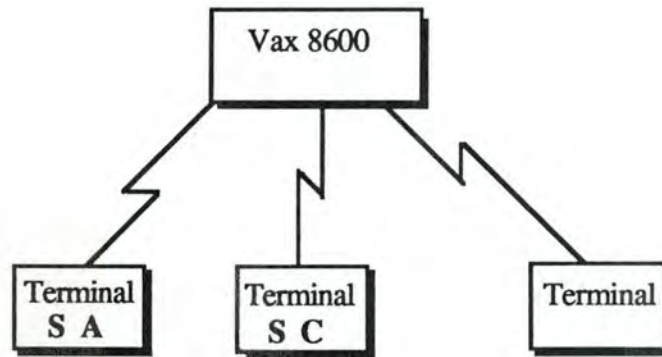


Fig. 5.1. : Configuration globale

Le matériel utilisé par secrétariat serait donc un micro-ordinateur muni d'un lecteur de cartes. Ce micro-ordinateur devrait disposer de plusieurs sorties RS 232 (V24), car il doit être connecté à un ou deux lecteurs-encodeurs, au système VAX et éventuellement à une imprimante.

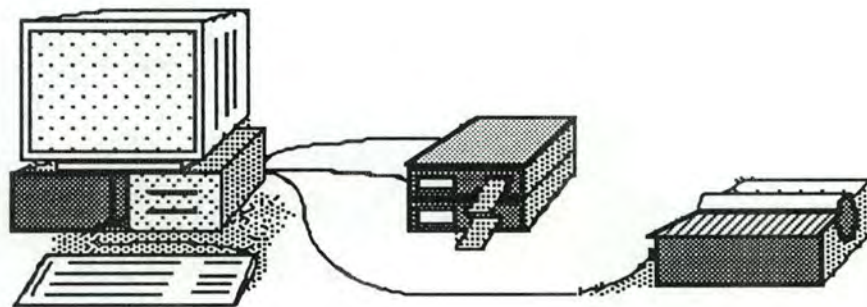


Fig. 5.2. : Configuration maximale d'un secrétariat

Le secrétariat central disposerait en plus d'une sortie pour une embosseuse automatique. Cette machine permettrait d'imprimer en relief, par exemple, l'identité de l'étudiant sur la carte à puce qui lui est destinée. Cette opération s'effectuerait directement à partir du fichier central.

Nous croyons qu'un lecteur-encodeur suffirait à chaque secrétariat académique alors que le secrétariat central en posséderait deux. Au total, l'application nécessitera donc huit lecteurs-encodeurs. Ce chiffre pourrait doubler si l'on décide de sécuriser l'application par une deuxième carte à microprocesseur. Notre choix se fixerait sur un lecteur esclave du type TLP124. Chaque lecteur coûte à peu près 23 000 FB, ce qui signifie au minimum un investissement de **184 000FB**.

Envisageons l'achat des cartes à microprocesseur pour l'ensemble des étudiants des Facultés Notre Dame de la Paix. La première année, il faudra fournir une carte à chaque étudiant inscrit (environ 4 000). Ensuite, seuls les nouveaux étudiants recevront une nouvelle carte. Ce qui représente en moyenne un tiers du nombre total d'étudiants auquel nous rajouterons les cartes détériorées, perdues ou complètes (disons 200 cartes). Les cartes, fabriquées par la société **BULL**, sont de type CP8. De nombreux facteurs conditionnent le prix d'achat de la carte. Ces prix sont établis notamment d'après le nombre de cartes commandées. Les tarifs sont régressifs et pour des demandes exceptionnelles, d'autres alternatives sont possibles.

Différentes options sont proposées aux clients. Ils peuvent, par exemple, décider que les cartes soient déjà personnalisées ou non. Ils peuvent aussi demander la création d'un logo ou un embossage de la carte. Les prix varieront donc d'après leurs choix et de la quantité de cartes commandées.

Les tarifs¹ sont présentés ici sous forme de tableaux.

¹ Pour obtenir les prix en FB, il suffit de multiplier le coût en FF par 7. Le résultat inclut alors les frais de transport.

- Financement -

Quantité	Prix
100	80 FF
500	76 FF
1000	60 FF

Tab. 5.1. : Coût achat des cartes

Quantité	Prix
100	15 FF
500	10 FF
1000	8 FF

Tab. 5.2. : Coût de personnalisation par carte

Quantité	Prix
< 200	6,5 FF
< 500	4,4 FF
< 1000	4 FF
> 1000	3,6 FF

Tab. 5.3. : Coût d'embossage par carte

Couleurs	Prix
1	500 FF
2	800 FF
3	1000 FF
4	1200 FF

Tab. 5.4. : Coût de création du film pour le logo

Couleurs	Prix
2	8 FF
3	10 FF
4	12 FF

Tab. 5.5.: Coût d'impression du logo par carte

Afin d'estimer le coût total d'achat des cartes, nous allons envisager une des solutions réalisables aux Facultés. Prenons le cas d'une carte personnalisée, embossée et sur laquelle apparaîtrait le nouveau sigle des Facultés en trois couleurs.



Fig. 5.3. : Carte à microprocesseur FNDP

Dans ce calcul, nous supposons que le seuil des 1000 cartes est atteint. Le prix d'achat unitaire d'une carte à microprocesseur s'élèverait donc à :

- Achat de la carte	420 FB	60 FF
- Personnalisation	56 FB	8 FF
- Embossage	25 FB	3,6 FF
- Impression du logo	70 FB	10 FF
Total :		571 FB 81,2 FF

A ceci, nous devons encore ajouter la création d'un logo, d'un film trois couleurs, et le forfait imposé à chaque personnalisation.

Ce qui représente à la commande des cartes, un investissement de :

- création du logo	35 000 FB	5 000 FF
- création du film	7 000 FB	1 000 FF
- Forfait de personnalisation	500 FB	500 FF
Total :		45 500 FB 6 500 FF

- Financement -

Si nous établissons la facture globale pour la première année de l'intégration de la carte aux Facultés, nous aurons un montant de :

- Coût total d'achat de cartes	$571 \text{ FB} * 4\,000 =$	2 284 000 FB
- 8 lecteurs-encodeurs		184 000 FB
- Commande des cartes		45 500 FB
<hr/> Total :		2 513 500 FB

Dans les années qui suivront, le financement sera naturellement moins élevé. La quantité de cartes aura diminuée et la structure d'accueil de la carte à microprocesseur sera déjà installée. Nous prévoyons finalement un total de :

- Coût total d'achat de cartes	$571 \text{ FB} * (1300 + 200) =$	856 500 FB
(nouvelles cartes et cartes à remplacer)		
	856 500 FB	121 800 FF
- Forfait de personnalisation	3 500 FB	500 FF
<hr/> Total :		860 000FB 122 300 FF

A priori, la dépense peut paraître excessive. Mais, l'installation d'un tel système attirera inévitablement les regards, ce qui publicitera sans aucun doute les Facultés.

2. Niveau software

Nous pouvons encore citer quelques logiciels nécessaires à l'utilisation de la carte à microprocesseur :

1. Logiciel de connexion entre le micro-ordinateur et un système (transmission de fichiers séquentiels) selon le type de liaison.
2. Logiciel d'interface entre un système et le micro-ordinateur (charges entre le site central et les postes utilisateurs équipés de lecteurs de carte à microprocesseur).
3. Logiciel d'utilisation de la carte à microprocesseur sur micro-ordinateur (exploitation de la carte en lecture et écriture).
4. Logiciel propre à l'interface du micro-ordinateur et de la carte.
5. Logiciel propre à la gestion du micro (S.E, langage, traitement de textes, ...)

Dans le cadre du dossier étudiant portable, nous avons implémenté les outils nécessaires à l'exploitation de la carte sur micro-ordinateur. Le logiciel d'interface entre la carte et le micro-ordinateur fut aimablement prêté par la société *ASCII*.

La conception des trois premiers logiciels cités doit tenir compte du fait que le programme de gestion de la carte se déroule au sein d'une application tournant sur le Vax. Il faudra donc considérer à certains moments le micro-ordinateur comme un micro ou comme un terminal. Le programme de gestion de la carte pourrait être installé sur le Vax. Mais dans ce cas, les périphériques du micro-ordinateur (lecteur-encodeur, imprimante et embosseuse) doivent être reconnus par le système.

Chapitre 6

REALISATIONS

Ce mémoire nous a fourni l'occasion de visiter deux sites universitaires français Paris7 et l'USTL (Université des Sciences et Techniques de Lille) dans lesquels un projet de carte à microprocesseur a été développé. A paris7, il a finalement été abandonné, tandis qu'à l'USTL, il est au contraire en plein essor.

1. Paris7

Ce sont des raisons financières et non techniques qui ont compromis le développement de la carte à Paris7. En 1984, l'université parisienne recevait des subsides de l'état pour le développement d'applications sur la carte à microprocesseur en collaboration avec la société **BULL**. C'est ainsi que des cartes étudiants à microprocesseur ont été mises en circulation. Il s'agissait à l'époque des premières cartes à microprocesseur et aucune application particulière n'avait été sous-jacente à leur création.

Au niveau de ses caractéristiques, elle possédait une mémoire PROM relativement limitée (d'environ 1K), une mémoire ROM de 2K et une mémoire RAM de 52 octets. Le jeu d'instructions du microprocesseur (Masque 3) était moins riche et naturellement beaucoup moins souple que le jeu d'instructions actuels . Une seule clé porteur garantissait l'accès aux mémoires. La carte étudiant

contenait le curriculum vitae de l'étudiant, ses résultats et finalement ses coordonnées. En début d'année académique, au règlement des frais d'inscriptions, le secrétariat confiait une carte à chaque nouvel étudiant, ou mettait à jour les cartes existantes. Cette carte devait normalement l'accompagner pour toute la durée de ses études. On avait néanmoins estimé qu'un étudiant qui ne réussirait pas chaque année en première session, ferait usage de plus d'une carte, étant donné la limitation de la mémoire de stockage. Un usage intensif était déconseillé car à chaque mise sous tension, un bit de la zone d'accès était "grillé".

En général, les étudiants avaient bien accepté la carte à microprocesseur. Celle-ci avait bonne réputation et une solidité, semble-t-il, à toutes épreuves. La seule carte inutilisable fut celle écrasée par un tram! D'autres cartes avaient bien été remplacées mais pour cause de perte. L'étudiant avait accès à toutes les informations contenues dans la zone de transaction sur présentation de la clé porteur. La confidentialité restait malgré tout limitée à l'étudiant.

La réalisation de ce projet nécessitait aussi des micro-ordinateurs et des lecteurs de cartes. A l'époque le coût de cette opération était très élevé. De plus, la personnalisation de la carte se faisait chez **Bull**, ce qui entraînait une certaine dépendance de Paris7 vis à vis de cette société.

Dès que l'Etat interrompit les subsides octroyés à l'université, celle-ci ne fut plus en mesure de prendre en charge le financement de l'opération. Actuellement, on tente d'utiliser la carte pour des applications plus restreintes, notamment pour la gestion des locaux (planning d'occupation, accès contrôlé,...).

2.L'USTL

2.1. présentation

A l'opposé, l'utilisation de la carte à microprocesseur, à l'USTL est en pleine expansion. Il faut souligner que l'université lilloise a bénéficié quant à elle d'une carte à masque 4 avec une mémoire PROM de 8K. Un bon millier, d'étudiant dispose de cette carte à mémoire multi-fonctions qui remplace leur traditionnelle carte d'étudiant. Cette carte à puce permet de stocker un certain nombre de données sur l'identité de l'étudiant et sa scolarité universitaire (inscriptions administratives et pédagogiques générales, diplômes,...). Et cela, sur une période de cinq années. D'autre part, la carte permet d'accéder à différents services universitaires qui se sont équipés pour pouvoir en décrypter les informations : bibliothèque universitaire, médecine préventive et mutuelle.

2.2. fonctionnement

L'USTL dispose d'un système de gestion centralisé. Pour chaque étudiant inscrit, toutes les informations qui le concerne (niveau administratif, social ou autres) sont enregistrées dans un fichier central appelé "fichier maître".

Différentes lignes permettent à chaque secrétariat académique d'accéder directement au fichier. Ainsi, la lecture de la carte à microprocesseur dans un secrétariat permet à la fois de détecter les différences avec le fichier central et de mettre à jour le contenu de la carte et celui du fichier lui-même. Les avantages d'un tel système sont d'une part la concentration des informations sur l'étudiant et d'autre part le moyen d'exercer une pression à plusieurs niveaux pour que

l'étudiant soit en règle (dossier administratif complet, remise des livres, ...). Une liste "noire" est facilement établie et un étudiant qui y figurerait, se verrait supprimer tous ces droits à la moindre utilisation de la carte (par annulation logique).

Cependant, il faut prévoir la création d'un protocole d'accès et la disposition de mesures sécuritaires afin d'exploiter le fichier maître. Ainsi chaque modification doit être signée par son auteur.

A l'avenir, les connexions avec le fichier maître disparaîtront. Chaque secrétariat académique gèrera son propre fichier.

Aux yeux de ses promoteurs, la carte à mémoire devrait permettre à la fois, une amélioration de la gestion des dossiers et des multiples actes administratifs qui engorgent les services du secrétariat, en particulier au moment des inscriptions à l'université.

D'autres organismes ou institutions pourront se joindre au réseau, par exemple les cinémas de la région (qui acceptent la carte) ou la SNCF. Le chargement de tickets restaurant, le prélèvement automatique d'argent (avec autorisation) sur le compte bancaire du porteur de la carte, l'abonnement ou le paiement dans les transports communautaires urbains de Lille sont actuellement à l'étude.

2.3. le matériel

Au niveau matériel, l'USTL dispose de lecteurs Bull TLP124 (non programmable) et de TLU502 (possibilité d'intégrer des EPROM) aux prix respectifs d'environ 3000 FF et de 3200 FF.

Des liaisons sur Minitel sont également réalisables grâce au lecteur Bull TLP122. La carte à microprocesseur personnalisée revient environ à 72 FF. En outre, l'université a acquis une embosseuse au prix de 1 000 000 FF qui permet d'inscrire automatiquement l'identité du porteur sur la carte sur base du fichier central.

Un micro-ordinateur doit donc disposer de plusieurs sorties RS232, parcequ'il doit être connectés à un lecteur-encodeur de la carte, à un système, à une sortie imprimante ou éventuellement à l'embosseuse automatique.

Nous pouvons encore citer les logiciels nécessaires à l'utilisation de la carte à microprocesseur. Ils sont semblables à ceux décrits dans le chapitre précédent.

Pour terminer, voici quelques problèmes techniques auxquels l'USTL a dû faire face.: un lecteur-encodeur tombe en panne, les cartes reçues sont mal personnalisées ou il arrive même qu'elles ne le soient pas du tout. Néanmoins, l'interface physique de la carte résiste bien aux dégradations, et donc la carte reste lisible.

2.4. conclusion

A nouveau, la carte est très bien acceptée par les étudiants. Cette carte pourrait être progressivement étendue à d'autres universités françaises ou étrangères. Mais les promoteurs de l'expérience n'entendent pas brûler les étapes. Ils prévoient une mise en place progressive, pour tenir compte des imperfections de ce prototype. D'ici trois ans, dix-sept mille étudiants de l'USTL devraient en disposer. Notons pour terminer que le développement de la carte est encouragé et soutenu financièrement par des institutions politiques, publiques ou privées.

CONCLUSION

Les universités sont des sites privilégiés pour le développement de la carte à microprocesseur. De multiples fonctionnalités de la carte sont exploitables à petite échelle .

Malheureusement, la carte à microprocesseur est en avance sur son temps. En effet, les structures d'accueil ne sont pas adaptées à son introduction et au départ de gros investissements seront nécessaires.

Dans l'optique 1992, nous prévoyons le développement des relations inter-universitaires. Le dossier portable étudiant trouvera là sa vraie justification. Il permettra la portabilité des informations. Les aspects de multi-services et de polyvalence seront ainsi mieux exploités. Néanmoins, cela nécessitera la standardisation des codifications.

La carte à microprocesseur est donc promue à un bel avenir. Elle sera de plus en plus utilisée dans de nombreux domaines comme par exemple la sécurité des informations, le paiement électronique ou le "transport" d'information.

Dans les prochaines années de nouvelles versions de cette carte mieux étudiée apparaîtront sur le marché. La nouvelle configuration de cette carte lèvera les handicaps de capacité mémoire et des instructions.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) "La carte CP8 -badge de haute sécurité", société **BULL** 1983, Réf : TD 0009 F 01.
- (2) "Le TLP122 PU8, le TLP124 PA8 et PU83", support de cours, société **BULL** Janvier 1987, Réf : TF 0105 F 01.
- (3) "La carte à puce : l'offre **ASCII**", document interne , société **ASCII**.
- (4) "La carte à microprocesseur CP8 - applications et utilisations", document interne, société **ASCII**.
- (5) "La biocarte", document interne, société **ASCII**.
- (6) "La biocarte-mode d'emploi", document interne, société **ASCII**.
- (7) "Identification cards-Integrated circuit(s) card with contracts Part 3 - electronics signals and exchange protocols", Octobre 1986, ISO/DP 7816/3
- (8) "Cartes à mémoire pour le suivi administratif et pédagogique des étudiants", document interne, **USTL** Avril 1986.
- (9) "Suivi administratif et pédagogique de étudiants", document interne, **USTL** Avril 1986.

- Bibliographie -

- (10) "La carte à puce des étudiants lillois", page 24, journal *Le Monde* 20 Février 1988.
- (11) "Projet application étudiant : étude d'opportunité", document *FNDP*, B Aubert et O. Debondt, Février 1987.
- (12) "La carte à microprocesseur et son intégration dans une application de paiement électronique", mémoire *FNDP*, Triniane Yves, Septembre 1987.
- (13) "La carte à microprocesseur CP8. Description et évaluation. Réalisation d'un logiciel d'aide à la programmation d'application", mémoire *FNDP*, De Pra Maurizio, Septembre 1987.

ANNEXE

Nous avons décrit le contenu d'un enregistrement du fichier Etudiant. Les noms qui apparaissent en italique sont ceux qui ont été sélectionnés pour le dossier portable étudiant.

1. Fiche signalétique (taille : 322 caractères)

<i>Numéro interne :</i>	6
<i>Numéro de rôle :</i>	5
<i>Nom :</i>	30
<i>Prénom :</i>	20
<i>Clé nom-prénom :</i>	10
<i>Prénom 2 :</i>	20
<i>Prénom 3 :</i>	20
<i>Nom du conjoint :</i>	30
<i>Sexe :</i>	1
<i>Lieu de naissance :</i>	25
<i>Pays de naissance :</i>	3
<i>Date de naissance :</i>	8
<i>Etat civil :</i>	1
<i>Nationalité :</i>	3
<i>Numéro national :</i>	15
<i>Situation milice :</i>	1
<i>Numéro de compte :</i>	20
<i>Adresse :</i>	83

- Annexe -

<i>Adresse :</i>	83
<i>Adresse variante :</i>	5
<i>Adresse pays :</i>	3
<i>Téléphone :</i>	12

2. Données familiales (Taille : 166 caractères)

<i>Nom père :</i>	30
<i>Prénom père :</i>	20
<i>Profession père :</i>	25
<i>Année naissance père :</i>	4
<i>Année décès père :</i>	4
<i>Nom mère :</i>	30
<i>Prénom mère :</i>	20
<i>Profession mère :</i>	25
<i>Année naissance mère :</i>	4
<i>Année décès mère :</i>	4

3. Etude secondaire (Taille : 34 caractères)

<i>Secondaire Belgique/Etranger :</i>	1
<i>Obtention du diplôme :</i>	1
<i>Date obtention :</i>	6
<i>Homologation diplôme secondaire :</i>	1
<i>Equivalence diplôme secondaire :</i>	1
<i>Régime linguistique :</i>	1
<i>Type secondaire :</i>	2

- Annexe -

<i>Options de base :</i>	2
<i>Echec secondaire :</i>	1
Pourcentage de points :	1
Etablissement secondaire :	4
Pays secondaire :	3
Obtention diplôme maturité :	1
Date obtention maturité :	6
Homologation diplôme maturité :	1

4. Etudes préparatoires (Taille : 2 caractères)

<i>Scientifique spéciale :</i>	1
<i>Examens d'admission université :</i>	1

5. Etudes supérieures (Taille : 115 caractères)

<i>Obtention diplôme :</i>	1
<i>Date obtention :</i>	6
<i>Libellé diplôme :</i>	100
Mention diplôme :	1
Etablissement diplôme :	4
Pays diplôme :	3

6. Etudes universitaires (Taille : 113 caractères)

<i>Obtention diplôme :</i>	1
----------------------------	---

- Annexe -

<i>Date obtention :</i>	6
<i>Libellé diplôme :</i>	100
Mention diplôme :	1
Etablissement diplôme :	2
Pays diplôme :	3

7. Fondation universitaire (taille : 16 caractères)

<i>Année début étude universitaire :</i>	4
<i>Nombre d'années interrompues :</i>	2
<i>Dernier type d'étude :</i>	4
<i>Dernier établissement étude universitaire :</i>	2
<i>Dernier diplôme étude universitaire :</i>	4

8. Données sociologiques (Taille : 202 caractères)

Commentaires études :	150
Version sociologique :	2
Tableau sociologique :	50

9. Année universitaire courante (Taille 79 caractères)

<i>Nombre d'inscription :</i>	1
<i>Inscription régulière :</i>	18
<i>Boursier :</i>	1
<i>Numéro de dossier bourse :</i>	6
<i>Réduction minerval :</i>	1

- Annexe -

<i>Subsidiable :</i>	1
<i>Famille membre du personnel :</i>	1
<i>Nombre d'inscriptions libres :</i>	1
<i>Nombre global de cours libres :</i>	2
<i>Nombre global d'examens libres :</i>	4
<i>Montant du minerval :</i>	5
<i>Paie ment du minerval :</i>	1
<i>date paie ment du minerval :</i>	6
<i>Montant frais examens 1° session :</i>	5
<i>Paie ment frais 1° session :</i>	1
<i>Date paie ment 1° session :</i>	8
<i>Montant frais examens 2° session :</i>	5
<i>Paie ment frais 2° session :</i>	1
<i>Date paie ment 2° session :</i>	8
<i>Administrativement en ordre :</i>	1

10. Année universitaire prochaine (Taille : 76 caractères)

Ce champ contient les mêmes éléments que le champ précédent excepté que les indicateurs de paie ment de minerval, de frais d'examens de 1° et 2° session ne se trouvent plus dans "Inscription régulière"

Au 15 septembre de chaque année académique, si l'étudiant ne termine pas un cycle d'étude, les informations recueillies en cours d'année académique basculeront automatiquement dans le champ "Année universitaire courante" tandis que les données de ce dernier champ seront enregistrées dans le fichier Inscription.

11. Adresse de référence (Taille : 240 caractères)

Type adresse :	1
Date début adresse 1 :	8
Date fin adresse 1 :	8
Adresse 1 :	83
Variante adresse 1 :	5
Pays adresse 1 :	3
Téléphone adresse 1 :	12
Type adresse :	1
Date début adresse 2 :	8
Date fin adresse2 :	8
Adresse 2 :	83
Variante adresse 2 :	5
Pays adresse 2 :	3
Téléphone adresse 2 :	12

Les adresses 1 et 2 représentent respectivement l'adresse légale et l'adresse de kot éventuelle.

12. Données des années précédentes (Taille : 80 caractères)

Millésime de l'année :	4
Boursier :	1
Réduction minerval :	1
Subsidable :	1
Administratif OK :	1

Cette structure peut se répéter jusqu'à 10 fois par étudiant.

13. Commentaires (Taille : 60 caractères)

Commentaires : 60